Handbuch der Forstwissenschaft

Dritte Auflage

3

Handbuch der Forstwissenschaft

begründet von Professor Dr. Tuisco Lorey

Dritte, verbesserte und erweiterte Auflage

in Verbindung mit

Professor Dr. J. von Bauer in Wien (Ausgabe B) — Professor R. Beck in Tharandt — Professor Dr. W. Borgmann in Tharandt — Professor Dr. Büsgen in Hann.-Münden — Gerichtsrat Professor Dr. C. Dickel in Berlin (Ausgabe A) — Forstamtmann Dr. V. Dieterich in Stuttgart — Professor Dr. K. Eckstein in Eberswalde — Professor Dr. M. Endres in München — Geh. Hofrat Professor Dr. C. Fromme in Gießen — Forstdirektor a. D. Dr. H. von Fürst in Aschaffenburg — Hofrat Professor Dr. A. Ritter von Guttenberg in Wien — Professor Dr. H. Hausrath in Karlsruhe — Professor Dr. M. Helbig in Karlsruhe — Forstmeister Dr. G. Janka in Mariabrunn — Geh. Hofrat Professor Dr. L. Klein in Karlsruhe — Professor Dr. U. Müller in Karlsruhe — Rittergutsbesitzer H. von Salisch in Postel — Dozent Dr. J. Schmidt in Wien — Geh. Regierungsrat Professor Dr. A. Schwappach in Eberswalde — Ministerialrat Professor F. Wang in Wien — Regierungsdirektor Dr. L. Wappes in Speyer — Professor Dr. H. Weber in Gießen

herausgegeben von

Dr. Christof Wagner,

o. Professor der Forstwissenschaft an der Universität Tübingen.

In vier Bänden.

Dritter Band.

Betriebslehre.

Mit 209 Abbildungen im Text.

Tübingen
Verlag der H. Laupp'schen Buchhandlung
1912.

Betriebslehre.

In Verbindung mit

U. Müller, E. Fromme, A. Ritter von Guttenberg,
H. Hausrath, A. Schwappach

herausgegeben

von

Christof Wagner.

Mit 209 Abbildungen im Text.

Tübingen
Verlag der H. Laupp'schen Buchhandlung
1912.

Druck von H. Laupp jr in Tübingen.

Inhaltsübersicht des dritten Bandes

(Abschnitt X—XV).

X. Waldwertrechnung und Statik.

Von

J. Lehr.

Für die dritte Auflage durchgesehen von U. Müller.

XI. Die Forstvermessung.

Von

Carl Fromme.

Mit 69 Abbildungen.

XII. Holzmesskunde.

Von

A. Ritter von Guttenberg.

Mit 55 Abbildungen.

XIII. Forsteinrichtung.

Von

Friederich Judeich.

Für die 3. Auflage bearbeitet von C. Wagner.

Mit 2 Abbildungen.

Anhang.

XIV. Transportwesen.

Mit teilweiser Benützung der von C. Schuberg für die erste Auflage verfaßten Darstellung neu bearbeitet

von

H. Hausrath.

Mit 83 Abbildungen.

XV. Forstverwaltung.

Von

Adam Schwappach.

X.

Waldwertrechnung und Statik.

Von

J. Lehr.

Für die 3. Auflage durchgesehen von U. Müller.

Aeltere Literatur. Cotta, Systematische Anleitung zur Taxation der Waldungen, II. Abteilung. Berlin 1804. Ders., Entwurf einer Anweisung zur Waldwertberechnung. Dresden 1818, 4. Aufl. 1849. Klein, Formeln zu den Cotta'schen Waldwertberechnungstafeln. München 1823, 2. Ausgabe 1836. G. L. Hartig, Anleitung zur Berechnung des Geldwertes eines in Betreff seines Natural-Ertrages schon taxierten Forstes. Berlin 1818. Ders., Anweisung zur Taxation der Forste. 3. Aufl. Gießen 1813. Krause, Anleitung zur Abschätzung und Berechnung des Geldwertes der Forstgrundstücke. Leipzig 1812. v. Seutter, Grundsätze der Wertbestimmungen der Waldungen. Ulm 1814. Hoßfeld, Waldwertbestimmung. Hildburghausen 1825. Dritter Teil der Forsttaxation. Pernitzsch, Anweisung zur Waldwertberechnung. Leipzig 1820. Ders., Untersuchung über Kapitalwert etc. der Wälder. Frankfurt 1842. v. Gehren, Waldwertberechnung. Kassel 1825. Hundeshagen, Forstabschätzung. Tübingen 1826, 2. Aufl. 1848. Riecke, Ueber die Berechnung des Geldwertes der Waldungen. Stuttgart 1829. Pfeil, Die Forsttaxation. Berlin 1833, 3. Aufl. 1858. König, Die Forstmathematik. Gotha 1835, 5. Aufl. 1864. Winckler, Waldwertschätzung. Wien 1836. Smalian, Forsteinrichtung. Berlin 1840. Reber, Handbuch der Waldtaxation. Kempten 1840. Hierl, Anleitung zur Waldwertsberechnung. München 1852. Breymann, Anleitung zur Waldwertberechnung. Wien 1855. Preßler, Rationeller Waldwirt. I. u. II. Dresden 1858 und 1859. Burckhardt, Der Waldwert. Hannover 1860, 2. Aufl. 1898 (herausgegeben von Werner Burckhardt). Robert u. Julius Micklitz, Beleuchtung etc. des rationellen Waldwirts. Olmütz 1861. Beivinkler, Anleitung zur Waldwertberechnung. 2. Aufl. Pest 1861. Albert, Lehrbuch der Waldwertberechnung. Wien 1862. Rose, Beiträge zur Waldwertberechnung. Darmstadt 1863.

Neuere und neueste Literatur. G. Heyer, Anleitung zur Waldwertrechnung. Leipzig 1865, 4. Aufl. 1892 (herausgegeben von Wimmenauer). Ders., Handbuch der forstl. Statik. I. Abteilung. Leipzig 1871. Anleitung zur Waldwertberechnung, verfaßt vom Kgl. Preuß. Ministerial-Forstbureau. Berlin 1866, neuer Abdruck 1888. Judeich, Die Forsteinrichtung. Dresden 1871, 6. Aufl. 1904 herausgeg. von Neumeister. Kraft, Zur Praxis der Waldwertrechnung und forstlichen Statik. Hannover 1882. Ders., Beiträge zur forstlichen Zuwachsrechnung und zur Lehre vom Weiserprozente. Hannover 1885. Ders., Beiträge zur Statik und Waldwertberechnung. Hannover 1887. Ders., Ueber die Beziehungen des Bodenerwartungswertes und der Forsteinrichtungsarbeiten zur Reinertragslehre. Hannover 1890. Preßler, Forstfinanzrechnung. 4. Aufl. Tharandt 1886. Baur, Handbuch der Waldwertberechnung. Berlin 1886. Borggreve, Forstabschätzung, 3. Teil: Die Waldwertrechnung. Berlin 1888. Bose, Das forstliche Weiserprozent. Berlin 1889. Räß, Waldertragsregelung gleichmäßigster Nachhaltigkeit. Frankfurt a. M. 1890. Wimmenauer, Grundriß der Waldwertberechnung und forstlichen Statik mit einer Aufgabensammlung. Leipzig und Wien 1891. Martineit, Anleitung zur Waldwertberechnung und Bonitierung von Waldungen. Berlin 1892. Heß, Encyklopädie und Methodologie der Forstwissenschaft. 3. Teil: Forstliche Betriebslehre, darin 2. u. 3. Buch Waldwertrechnung und forstliche Statik. München 1892. Stoetzer, Waldwertrechnung und forstliche Statik. Frankfurt a. M. 1894, 4. Aufl. 1908. Martin, Die Folgerungen der Bodenreinertragslehre für die Erziehung und die Umtriebszeit der wichtigsten

deutschen Holzarten. 5 Bde. Leipzig 1894—1899. Endres, Lehrbuch der Waldwertrechnung und Forststatik. Berlin 2. Aufl. 1911. Trebeljahr, Die Rentabilität der Forstwirtschaft. Berlin 1897. Wagener, Die Waldrente und ihre nachhaltige Erhöhung. Neudamm 1899. Fr. Riebel, Waldwertrechnung und Schätzung von Liegenschaften. Wien und Leipzig 1905. Ders., Wertermittelung der Obstbäume und anderer Einzelbäume. Wien 1910. H. Martin, Die forstliche Statik. Berlin, I. Bd. 1905. II. Bd. 1911. H. Hönlinger, Waldwertrechnung und forstliche Statik des jährlich nachhaltigen Betriebes. Wien und Leipzig 1906. Ders., Beweise für die Unrichtigkeit der Reinertragslehre. Wien und Leipzig 1908. U. Mathys, Bestimmung der Umtriebszeit und des Haubarkeitsalters. Chur 1907. Räß, Waldversicherung, Forstbank und rationelle Waldertragsregelung. Wiesbaden 1908. Th. Glaser, Kritische Betrachtungen der in neuerer Zeit hervorgetretenen Theorien über Waldwertrechnung und forstliche Statik. München 1910. V. Dieterich, Die Elemente der Wertsmehrung in der Waldwirtschaft. Tübingen 1911.

Von den vorstehend angeführten Schriften verdienen vorzüglich diejenigen von Preßler und Heyer hervorgehoben zu werden. Insbesondere hat sich Preßler um die praktisch anwendbare Gestaltung, Heyer um einen systematischen und logisch präzisen Ausbau der Waldwertrechnung verdient gemacht. Die meisten älteren Schriften haben nur noch historischen Wert.

Von Zeitschriften, welche Abhandlungen über Fragen der Waldwertrechnung enthalten, sind insbesondere die Allg. Forst- und Jagd-Zeitung und das Tharander Jahrbuch zu erwähnen. Auch die Monatschrift für Forst- und Jagdwesen und das aus ihr hervorgegangene forstwissenschaftliche Zentralblatt enthalten mancherlei einschlagende Arbeiten, allerdings fast ausschließlich solche, welche die Lehren von Preßler und Heyer bekämpfen.

I. Die Begriffe Waldwertrechnung und forstliche Statik[1]).

§ 1. Die Waldwertrechnung, als Teil der forstlichen Betriebslehre, befaßt sich mit der Erörterung der Verfahren zur Bestimmung und Vergleichung der Kapitalgrößen, welche der Waldboden, dann der auf demselben stockende Holzvorrat, sowie der Wald als Einheit von Boden und Vorrat darstellen. Solche Rechnungen dienen nicht allein zur Bemessung eines vorhandenen Vermögensbestandes, zu zahlender Kaufsummen, von Abfindungen bei Ablösungen, zur Bezifferung der bei Enteignungen und Sachbeschädigungen zu gewährenden Vergütungen, bei Beleihungen usw., sondern sie haben auch die Grundlage für Ermittelung des besten Wirtschaftsverfahrens und damit auch einen wichtigen Bestimmungsgrund für Einrichtung und Betrieb überhaupt zu bilden.

Die Anleitung dazu, wie die Forstwirtschaft rechnerisch auf ihren Vorteil zu prüfen ist, wurde früher und wird zum Teil auch heute noch unter dem Titel Waldwertrechnung erteilt. Dagegen hat G. Heyer die Methoden zur Ermittelung des besten Wirtschaftsverfahrens als besonderen Wissenszweig, getrennt von der Waldwertrechnung[2]), behandelt und hierfür die Bezeichnung „forstliche Statik" als „Rentabilitätsberechnung forstlicher Wirtschaftsverfahren" angewandt. Dieser „theoretischen Statik" stellte er die „angewandte Statik" gegenüber, welche jene Methoden in gegebenen Fällen auf Grund statistischer Erhebungen für praktische Zwecke oder für solche wissenschaftlicher Natur im forstlichen Versuchswesen verwertet. Aehnlich verfuhr H. Martin. G. Heyer faßte hiernach den Begriff „Statik" nicht in dem gleichen Sinne auf, wie er in der Physik und in der Landwirtschaft verstanden wird, wenn ihn auch der gleiche Gedanke, wie er jenem Begriffe auf den genannten beiden Gebieten zugrunde liegt, zur Wahl dieses Wortes veranlaßt hatte. Die Statik der Physik ist die Lehre vom Gleichgewicht der Kräfte, die der Landwirtschaft in gewissem Sinne ebenfalls, indem sich dieselbe mit dem jeweiligen Wiederersatz nach einer erfolgten Minderung oder Erschöpfung der Bodenkraft befaßt. Dementsprechend sollte auch die forstliche Statik von der Herstellung des wirtschaftlichen Gleichgewichtes handeln. Praktisch kann allerdings in der Waldwirtschaft oft nur von einer solchen Herstellung oder Wiederherstellung die Rede sein. Ebenso ist es im großen ganzen das Endergebnis aller konkurrierenden Bestrebungen der verschiedenen Zweige und Unternehmungen der gesellschaftlichen Wirtschaft, sich gegenseitig zueinander in ein ge-

1) Wenn schon H. Stötzer, der leider vor Kurzem verstorbene Bearbeiter der 2. Auflage, dem Andenken des verdienstvollen Verfassers es schuldig zu sein glaubte, die Eigenart desselben nach Möglichkeit zu wahren, und sich darum auf einzelne Vereinfachungen und kleinere Ergänzungen beschränkte, so leitet diese Pietät in gleicher Weise auch den Unterzeichneten, dem überdies die Kürze der für die Bearbeitung zur Verfügung stehenden Zeit eine tiefergehende Umarbeitung unmöglich gemacht hätte. U. Müller.

2) Die Waldwertrechnung hätte sich nach Heyer nur mit der Bestimmung der oben genannten Kapitalgrößen zu befassen.

wisses Gleichgewicht zu setzen. In jedem gegebenen Einzelfalle jedoch richtet man sein Augenmerk darauf, möglichst große Ueberschüsse zu erzielen und jenen Gleichgewichtszustand immer und immer wieder von neuem zu stören. Dies geschieht denn auch in der Forstwirtschaft, sofern sie nicht lediglich nach überlieferter, einseitig technischer Schablone eingerichtet ist, und zwar nicht allein von seiten der Privaten, sondern auch der meisten unserer heutigen Staatsforstverwaltungen, welche, wie eine jede Etatsberatung und auch andere Vorkommnisse bei An- und Verkäufen, Wegebauten, Einführung von Waldeisenbahnen, Ablösungen etc. zur Genüge beweisen, von dem gleichen Bestreben erfüllt sind. Erkennen wir einmal ein solches Streben grundsätzlich als berechtigt an, so hätten wir den Begriff „Statik" in einem weiteren Sinne aufzufassen, wie dies übrigens in Wirklichkeit auch Heyer bereits selbst getan hatte.

Das Wort Statik hatte schon früher durch Hundeshagen, C. Heyer u. a. in der forstlichen Literatur Eingang gefunden, ohne daß jedoch immer Uebereinstimmung über die Bedeutung desselben herrschte. Wo es heute angewandt wird, wird es im Sinne G. Heyers genommen. Als gleichbedeutend werden auch die Bezeichnungen Rentabilitätslehre, Reinertragstheorie, sowie die weniger passende Benennung forstliche Finanzrechnung gebraucht. Die Bezeichnung „forstliche Reinertragstheorie" hat man deswegen gewählt, weil nach den Forderungen der Anhänger dieser Lehre die Waldwirtschaft so einzurichten ist, daß sie möglichst hohe Reinerträge (Ueberschüsse der Erträge über die sämtlichen Kosten) abwirft. Den Gegensatz zu derselben bildet die sog. Bruttoschule, welche, ohne auf die Kosten ausreichende Rücksicht zu nehmen, grundsätzlich nur möglichst hohe Ueberschüsse der Einnahmen über die baren Ausgaben erstrebt. In ihrer jetzigen, wenigstens in der Theorie vertretenen Form will diese Schule die größten Waldreinerträge oder Durchschnittserträge erwirtschaftet haben. Sie unterscheidet sich von der Reinertragstheorie heute lediglich dadurch, daß letztere die Zinsen sämtlicher in der Wirtschaft gefesselten Kapitalien, insbesondere auch diejenigen vom Werte des Grundes und Bodens, sowie von dem stockenden Holzbestandeskapital unter die Kosten rechnet. Die Bruttoschule unterläßt dies grundsätzlich, auch nimmt sie keine Rücksicht auf die Zeit des Eingangs von Erträgen und der Verausgabung von Kosten; die Anhänger der forstlichen Reinertragstheorie dagegen halten grundsätzlich an dem Gedanken fest, daß Summen, welche später eingehen oder aufzuwenden sind, auch niedriger bemessen werden müssen, als wenn sie bereits in einer früheren Zeit in Aussicht stünden.

Eine strenge Scheidung zwischen Waldwertrechnung und Statik könnte wohl von dem Gesichtspunkte aus gerechtfertigt werden, daß viele Forstwirte die Anwendung der ersteren gestatten, wo sie eben nicht zu umgehen ist, so wenn es sich um Ablösungen, Verkauf, Schadenersatz u. dgl. handelt, ja daß sie sogar in solchen Fällen im eigenen Interesse die Unterstellung der nach den Grundsätzen der Statik ermittelten vorteilhaftesten Wirtschaft verlangen, während sie die letztere auf der anderen Seite wieder als unanwendbar erklären und nicht zugeben wollen, daß sie auch wirklich im Walde angestrebt werde. Statik und Waldwertrechnung sind nach dieser Anschauung begrifflich verschiedene Dinge, die Statik eine Art mathematischer, bei praktischer Anwendung gefährlicher Spielerei, die Waldwertrechnung ein wenigstens unvermeidlicher Ballast. Nun darf man aber wohl annehmen, daß jene meist unbewußte Zweiseelentheorie über Bord geworfen wird, sobald man sich davon überzeugt, daß eine echt wirtschaftlich durchgeführte Reinertragslehre keineswegs die ihr zugeschriebenen Folgen einer Waldverwüstung hat. Damit wird der vornehmste Grund, Waldwertrechnung und Statik als zwei besondere Wissenszweige voneinander zu scheiden, in Wegfall kommen. Da außerdem beide stofflich wesentlich zusammenfallen, so dürfte es sich empfehlen, sie unter einer Benennung, etwa derjenigen der Waldwertrechnung zu vereinigen.

Gegenwärtig neigt man noch zu einer methodologischen Scheidung zwischen Waldwertrechnung im engeren Sinne und forstlicher Statik, obwohl beide auf derselben gemeinschaftlichen Grundanschauung sich aufbauen. Dies liegt aber weniger in inneren Gründen, als vielmehr in der erhöhten Durch- und Ausbildung, welche die forstliche Rentabilitätsrechnung in Theorie und Anwendung gefunden hat. Der Inhalt der neuesten forstlichen Literatur, die verstärkte Beachtung der Waldwertrechnung und der Statik im forstlichen Unterrichts- und Prüfungswesen, nicht zuletzt aber das tatkräftige Eingreifen der Waldbesitzer und der Volksvertretungen in diesen Fragen zeigen deutlich, daß die vom Herrn Verf. beklagte Voreingenommenheit gegen eine exakte Prüfung forstlicher Wirtschaftsgrundsätze gegen früher ganz wesentlich abgenommen hat. Damit findet aber der Standpunkt des Verf. wieder eine Stütze. M.

II. Die Begriffe Wert und Preis[1]).

§ 2. Der Wertbegriff ist durchaus individueller Natur. Ein Gegenstand hat für eine bestimmte Person zu gegebener Zeit immer nur einen Wert, nie gleichzeitig mehrere Werte, wie etwa einen Erwartungs-, Kosten-, Verkaufswert usw. Es ist hierbei gleichgültig, ob die Person eine sog. „physische“ (einzelner Mensch) ist, oder eine mit einheitlichem Willen auftretende Gesellschaft. Regierung, Volksvertretung, Gemeinderat etc. bilden sich als solche bestimmte Urteile über die Bedeutung öffentlicher Anlagen, während die Schätzungen der einzelnen erheblich hiervon abweichen können. Wenn nun trotzdem gerade in der Waldwertrechnung von verschiedenen Wertarten die Rede ist, so sollen dies keineswegs Bezeichnungen für Wertschätzungen sein, welche nebeneinander bestehen. Es handelt sich hierbei vielmehr nur um Bezifferung von Summen, welche aufgewandt worden sind, oder von aus jetzigen und späteren Verkäufen zu erzielenden Erlösen. So bedeutet der Ausdruck „Kostenwert“ keineswegs eine Wertart, wenn allerdings auch in einem gegebenen Falle die Kosten recht wohl einen Maßstab für die Wertschätzung abgeben können. Er empfiehlt sich nicht wegen etwaiger Richtigkeit seiner Zusammensetzung, sondern wegen seiner Kürze und wegen der Schwierigkeit, ihn durch einen anderen passenderen zu ersetzen. Gleiches gilt von den Bezeichnungen Erwartungswert und Verbrauchswert, welche kurz den Inhalt ganzer Sätze wiedergeben.

Die Höhe des Wertes, welchen wir einem Gegenstande beilegen, ist abhängig von unseren Bedürfnissen, Neigungen und unserer wirtschaftlichen Lage, dann von seiner technischen Brauchbarkeit zur Zweckerfüllung und von dem Widerstande, welchen Natur und soziale Verhältnisse seiner Erlangung entgegenstellen. Diese Elemente der Wertschätzung, welche einander gegenseitig beeinflussen, sind zeitlich und persönlich wandelbar. Darum kann nicht allein ein und demselben Dinge, je nach der Geschmacksrichtung, der wirtschaftlichen Lage der Schätzenden, der Erkenntnis seiner Eigenschaften von verschiedenen Personen ein ganz verschiedener Wert beigelegt werden, sondern auch die Wertschätzungen eines und desselben Menschen können sich von Zeit zu Zeit ändern. Gerade diese Ungleichheit der Wertschätzung ist der eigentliche Grund aller Tausche. Allerdings sind Uebereinstimmungen nicht ausgeschlossen; auch werden die Unterschiede in der Höhe des Wertes, welchen mehrere Personen einem Dinge beilegen, in vielen Fällen nicht sehr erheblich sein, indem Sitte, Gewohnheit, Standeszugehörigkeit etc. das Urteil beeinflussen, die Schwierigkeit der Erlangung für alle die gleiche ist usw.

In der Volkswirtschaftslehre und Rechtswissenschaft ist es nun üblich geworden, eine größere Zahl von Wertarten zu unterscheiden, indem man dabei vorzüglich je einen der zahllosen Beweggründe der Wertschätzung, bald die Eigenschaften des Gegenstandes, bald den Preis oder die Art der Verwendung desselben etc. ins Auge faßt. Aus irgendwelchen Gründen (teueres Andenken, Kunstsinn, Jagdliebe etc.) kann ein Gegenstand jemand außerordentlich wertvoll sein, während andere ihn nicht so hoch schätzen. Man spricht dann von einem „Wert der besonderen Vorliebe“, „Affektionswert“ (pretium affectionis), ein Begriff, mit welchem sich die Waldwertrechnung als Teil einer Gewerbslehre nicht weiter zu befassen braucht. Für die Preisbildung bei Waldprodukten ist er praktisch ohne Bedeutung. Insoweit aber der sog. Affektionswert bei An- und Verkauf von Wald und Waldgrund im freien Verkehr in gegebenen Fällen eine Rolle spielt, gehört er in den Bereich der individuellen Spekulation. Im übrigen könnten durch den besonderen Wert, welchen der Besitzer eines Waldes gewissen Wald- und Wirtschaftsformen beilegt, nur die Grenzen bestimmt werden, innerhalb deren sich die Waldwertrechnung bewegen darf.

In der Nationalökonomie wird insbesondere der Gebrauchswert dem Tauschwert gegenüber gestellt. Ersterer ist nach der neueren Auffassung nichts anderes als der Wert, welchen ein Ding unter gegebenen Umständen für einen Menschen hat. Läßt sich dasselbe als Hilfsmittel für Darstellung neuer Güter verwenden, so spricht man von einem „Erzeugungswert“, dagegen von einem „Genußwert“ desselben, wenn es zur Genußerzielung (Konsumtion) dient, und zwar schreibt man Gebrauchsgütern einen Gebrauchswert (i. e. S.) und Gütern, die verbraucht werden, einen Verbrauchswert zu. In der Waldwertrechnung hat sich die Bezeichnung „Bestandesverbrauchswert“ eingebürgert. Hierunter versteht man die Summe, welche unter der Voraussetzung erzielt wird, daß ein Bestand zum Hieb gelangt. Von der Art der Verwendung des Holzes wird hierbei vollständig abgesehen. Demnach bedeutet der sog. Bestandesverbrauchswert einfach die Summe, zu welcher der abgetriebene Bestand verkauft wird, bezw. zu welcher er — z. B. bei eigener Verwendung etc. — verkauft werden könnte.

---

1) In der Waldwertrechnung spielen die volkswirtschaftlichen Begriffe Wert, Preis, Kapital, Rente eine hervorragende Rolle. Der früher keineswegs ungerechtfertigte Gebrauch, in einem langen „vorbereitenden Teile“ ganze Kapitel aus den sogenannten Grundwissenschaften vorzutragen, um denselben dann die Anwendungen folgen zu lassen, verdient heute mit Recht verworfen zu werden. Wenn hier trotzdem jene Begriffe besprochen werden, so geschieht dies mit besonderer Beziehung auf unsern Gegenstand; denn auch da, wo letztere äußerlich nicht hervorzutreten scheint, sollen die folgenden Erörterungen, welche freilich nicht überall landläufige nationalökonomische Sätze und Anschauungen wiedergeben, dazu dienen, die der Waldwertrechnung eigentümlichen Begriffe vornehmlich zu beleuchten, sowie Auffassungen zu begegnen, welche ich nicht als zutreffend erachten kann.

Wald und Holz können je nach den Zwecken, denen sie dienen, nach unserer wirtschaftlichen Lage, überhaupt nach den Umständen, unter denen wir leben, für uns ebensowohl einen außerordentlich hohen Wert haben, wie auch wertlos, ja geradezu schädlich sein. Sie sind ebenso wenig an und für sich wertvolle Güter, wie irgend welche andere Gegenstände. Bei Ueberfluß an Wald kann derselbe ein Kulturhindernis sein, sein Holz wird wenig oder gar nicht geschätzt. Mit zunehmender wirtschaftlicher Entwickelung gewinnt der Wald meist an Wert, teils weil das Holz relativ seltener und für die verschiedensten Zwecke begehrt, teils auch oft, weil der Wald aus anderen Gründen, wegen seines wirklichen oder vermeintlichen Einflusses auf Landeskultur und Gesundheitsverhältnisse geschätzt wird. Die Gründe, wegen deren die Erzeugnisse der Forstwirtschaft geschätzt und gesucht werden, sind für Zwecke der praktischen Waldwertrechnung an und für sich ganz gleichgültig. Sie haben für dieselbe nur insofern eine Bedeutung, als sie einen Aufschluß über die mögliche Gestaltung der Absatzverhältnisse gewähren.

Viele Güter werden nur zu dem Zwecke hergestellt oder erworben, gegen andere umgetauscht zu werden. Sie haben, sagt man, einen Tauschwert, welcher gleich der Menge der für dieselben einzutauschenden Waren ist. Da diese Begriffsbestimmung mit derjenigen von Marktpreis übereinstimmt, so hat man auch wohl noch dahin unterschieden, es sei Preis der in Geld ausgedrückte Tauschwert Damit ist jedoch nur eine Verschiedenheit in der Höhe der Zahl, keineswegs aber auch im Wesen der Sache gegeben. Ist zu bestimmter Zeit $g = 2m = 3n = 4p$, so ist es gleich, ob die Tauschwerte in g, m, n oder p ausgedrückt werden; sie sind tatsächlich bei jeder Einheit gleich hoch. Und auch bei zeitlichen Aenderungen erscheint der Unterschied als ein äußerlicher, sobald man vorkommenden Zahlenverschiebungen auf den Grund geht. Praktisch ist dies freilich mit großen Schwierigkeiten verknüpft. Dazu kommt, daß der Unterschied in rechtlicher Beziehung von Bedeutung ist. Insofern kann man an ihm auch wohl festhalten. Der Begriff Tauschwert würde dann die Kaufkraft eines Gutes gegenüber allen andern Gütern darstellen.

Weit wichtiger als der Begriff des Wertes ist übrigens für die Waldwertrechnung derjenige des Preises.

§ 3. Preis (pretium) ist allgemein die Summe von Opfern, welche für Erlangung eines Gegenstandes zu bringen sind, im Tauschverkehre insbesondere die Menge von Gütern und Leistungen, welche als Gegengabe gegen andere dienen. Beim Naturaltausche ist jede der ausgetauschten Waren bezw. Leistungen der Preis der anderen, in der Geldwirtschaft dagegen, welche den Tausch in zwei Handlungen Kauf und Verkauf spaltet, bildet die Summe des zu zahlenden Geldes den Preis des erkauften Gutes. Da bei dem Tausche jede der beiden Parteien gewinnen, keine verlieren will, so wird es in jedem gegebenen Falle zwei Grenzen, eine oberste und eine unterste geben, über welche der Preis sich nicht hinausbewegt. Die oberste Grenze wird bestimmt durch den Wert, welchen der Käufer dem einzutauschenden Gegenstande beilegt, die unterste durch denjenigen, welchen der Verkäufer dem letzteren beimißt. Soll der erstere zu viel geben, so verzichtet er auf den Kauf, und der Verkäufer behält den Gegenstand, wenn ihm für denselben zu wenig geboten wird. Diese beiden Grenzen sind persönlich und zeitlich wandelbar; zwischen ihnen wird der Preis je nach Gunst oder Ungunst der obwaltenden Umstände zu liegen kommen.

In der Gesellschaft regelt sich der Preis durch den Wettbewerb, indem mehrere Käufer und Verkäufer einander gegenüber treten. Erstere werden ihren Bedarf da zu decken suchen, wo er am billigsten ist, letztere ihre Waren da anzubringen sich bestreben, wo sie am höchsten bezahlt werden. Infolge dessen wird auf jedem Marktgebiete zu gegebener Zeit für eine Ware sich nur ein Preis bilden.

Für den Verkäufer ist die Ware nur ein Mittel des Erwerbs, für ihn kommt deswegen, sobald es sich um wiederholt fortgesetzte Produktion handelt, als unterste Grenze die Summe der Erzeugungskosten in Betracht. Erst wenn der Preis unter diese herabsinkt, kann für sie der Wert von Bedeutung werden, welchen der Besitzer dem zu verkaufenden Gute beilegt. Der Aufwand der Herstellung ist nun nicht immer bei allen Produzenten gleich hoch. Deshalb wird bei den meisten Gütern mit steigendem Preise das Angebot zunehmen, indem mehr und mehr auch solche Unternehmungen lohnen, welche mit höheren Kosten arbeiten. Bei sinkenden Preisen wird umgekehrt das Angebot sich mindern, indem alle diejenigen Güter vom Markte zurücktreten, bei denen keine volle Kostendeckung mehr zu erhoffen ist. Demnach wird bei jedem Preise die Menge der angebotenen Güter eine bestimmte Höhe behaupten. Das Gleiche gilt von der Nachfrage, welche mit zunehmendem Preise sich verringert, indem weniger zahlungsfähige Käufer ihren Bedarf einschränken oder ganz zurücktreten, während bei sinkendem Preise die Nachfrage sich wieder erhöht. Bei sehr niedrigen Preisen wird das Angebot kleiner, bei hohen dagegen größer sein als die Nachfrage. Im ersten Falle wird ein Sinken, im zweiten ein Steigen des Preises so lange statthaben, bis diejenige Höhe erreicht ist, bei welcher Angebot und Nachfrage einander gleich sind. Der Preis eines Gutes wird demnach jeweilig so hoch stehen, daß die Kosten der letzten zur Deckung der Nachfrage noch erforderlichen Gütermengen voll vergütet werden. Ist das Angebot infolge künstlicher Veranstaltungen oder natürlicher Umstände beschränkt, so kann der Preis auch noch höher steigen, so daß selbst die teuerste Produktion einen Gewinn abwirft (echter Monopolpreis). Natürlich gilt der angeführte Satz auch für

alle diejenigen Fälle, in welchen die Produktion bei einem gegebenen geringeren Kostensatze sich praktisch beliebig, d. h. jeweilig so weit ausdehnen läßt, daß auch einer steigenden Nachfrage innerhalb weiterer Grenzen noch genügt werden kann. Der Preis wird alsdann über die Produktionskosten hinaus sich überhaupt nicht erhöhen. Dieser gesellschaftlich maßgebende Preis, der Marktpreis, ist weder örtlich, noch zeitlich feststehend, da sowohl Angebots-, als Nachfragereihe mit allen denjenigen Ursachen und Wirkungen, welche das gesamte wirtschaftliche Leben bedingen, veränderlich sind.

Für die Forstwirtschaft gelten im allgemeinen die gleichen Sätze wie die erwähnten. Als Besonderheit macht sich bei ihr für die Frage der Preisgestaltung die Länge der Produktionszeit geltend. Infolge derselben ist der auf „Lager" gehaltene Warenvorrat (älteste verkäufliche Bestände) verhältnismäßig groß. Er gestattet schon innerhalb praktisch ziemlich weiter Grenzen eine Mehrung, wie auch eine Minderung des Angebotes und damit eine Beeinflussung der Preise, dagegen erweisen sich Einschränkung und Ausdehnung der Produktion nicht sofort, sondern erst nach langer Zeit wirksam, innerhalb deren die Voraussetzungen, welche zu ihnen Veranlassung gaben, sich wieder geändert haben können. Das Bestreben, durch Zu- und Abnahme der Produktion eine Ausgleichung zwischen Preisen und Kosten zu bewirken, kann deshalb auch nicht den gleichen Erfolg haben, wie in solchen Zweigen der Industrie, in welchen sofortige Einstellung oder Ausdehnung von Produktion und Verkauf möglich sind.

Mit dem genannten Begriffe des Preises hat es die Waldwertrechnung zu tun. Sie ermittelt an der Hand desselben Ertrags- und Kostensätze, bestimmt Kapitalgrößen und die vorteilhafteste Behandlung von Wald und Waldgelände. In diesem Sinne sind auch nur die üblich gewordenen Bezeichnungen: „Erwartungswert", „Kostenwert", „Verkaufswert" zu verstehen. Der Erwartungswert stellt alle auf einen bestimmten Zeitpunkt bezogenen Summen dar, welche ein Gut (Wald, Waldgrund) bei bestimmter Behandlungsweise nach Abzug aller fortan aufzuwendenden Kosten in Aussicht stellt. Da verschiedene Arten der Verwendung möglich sind, so können sich auch für ein und dasselbe Gut verschiedene Erwartungswerte berechnen. In jedem Falle sind einfach die Summen einzustellen, welche aus einem Verkaufe wahrscheinlich zu erzielen sind, und zu dem Ende die Mengen der verschiedenen Walderzeugnisse (Holzarten, Sortimente, Nebennutzungen) zu ermitteln und je mit den zugehörigen Einheitspreisen zu vervielfachen. Weist eine vorhandene und beizubehaltende Wirtschaft bestimmte Gelderträge nach, so können auch diese zugrunde gelegt werden. Sie stellen dann die Preise der Gesamtnutzung dar. Auch in den Kostensummen sind Preissätze (Preise von Arbeitsleistungen, Pflanzmaterial etc.) zu verrechnen. Der sog. „Kostenwert" stellt lediglich die Summe der aufgewandten Kosten dar, der „Verkaufswert" den Erlös, welcher bei einem Verkaufe erzielt werden könnte.

III. Der Kapitalbegriff.

§ 4. In Volkswirtschaftslehre und Rechtswissenschaft wird das Wort Kapital zur Bezeichnung verschiedener Begriffe verwandt. In der älteren Zeit verstand man unter Kapital eine verliehene, zinstragende Geldsumme. Die Volkswirtschaftslehre erweiterte diesen Begriff später dahin, daß sie unter Kapital alle in Gegenständen der Wirtschaft bestehenden Hilfsmittel des Erwerbs und, vom rein volkswirtschaftlichen Standpunkte aus, die Hilfsmittel der Darstellung und Erhaltung sowie der volkswirtschaftlichen Verteilung der Güter verstand. In den wirklichen oder möglichen Preisen derselben wird dann die Kapitalhöhe ausgedrückt. Oft wurde aber auch dieser Begriff als gleichbedeutend mit demjenigen von Kapitalbesitz gebraucht, indem man in jeder Bildung und Mehrung des letzteren durch Sparung, Verleihung etc. auch eine Erhöhung der Gesamtkapitalkraft erblickte, während diese Erhöhung allerdings meist, aber nicht immer eine Wirkung jener Art der Bildung von privatem Kapitalbesitz ist. In ähnlichem Sinne wird der Begriff Kapital auch in der sozialistischen Literatur aufgefaßt, und zwar entsteht das Kapital nach Marx erst dann, wenn es dem Inhaber desselben gelingt, Lohnarbeiter in seinen Dienst zu nehmen und auf diese Weise Gewinn, Zinsen und Renten zu ziehen, so daß sich jetzt ein Gegensatz zwischen Kapital und Arbeit oder, besser gesagt, zwischen Kapitalist und Lohnarbeiter ausbildet.

Die Waldwertrechnung stellt sich auf den Standpunkt der herrschenden Volkswirtschaftslehre. Sie muß dies auch tun und zwar deswegen, weil sie Anleitung erteilen will, wie bei der gegebenen Einrichtung und Verfassung der Gesellschaft der Besitzer eines Waldes seine Aufwendungen und die von ihm erzielten Erfolge zu verrechnen und miteinander zu vergleichen, und wie er auf Grund solcher Verfahren seine Wirtschaft einzurichten hat, damit sie seinem eigenen Interesse am vollständigsten entspricht. Allerdings kann dies Interesse mit demjenigen der Gesamtheit in Widerspruch stehen, auch wenn, was wir hier unterstellen, den Forderungen der Wirtschaftlichkeit und Sittlichkeit vollständig entsprochen wird. Die Waldwertrechnung hat sich mit dieser Frage nicht weiter zu befassen, Untersuchung und Lösung derselben gehören in das Gebiet der Forstpolitik. Hier genügt die im allgemeinen zutreffende und in unserer Wirtschaftsordnung tatsächlich auch als Regel anerkannte Annahme, daß Einzel- und Gesamtinteresse im Einklang stehen, wenn jedes einzelne Wirtschaftsgebiet als selbständig und zwar so behandelt wird, daß es für sich den größten Vorteil verspricht.

Ist die Höhe eines Kapitalaufwandes nicht bereits in einer einfachen Geldsumme gegeben, so kann dieselbe nach verschiedenen Verfahren ermittelt werden. Bei beweglichen Gegenständen sind ohne weiteres die zur Zeit üblichen Preise zu unterstellen. Unter Umständen kann man auch bei unbeweglichen Gütern dieses Verfahren einschlagen und zwar dann, wenn sich ein zuverlässiger Marktpreis auf Grund eines genügend entwickelten Handelsverkehrs gebildet hat. Fehlt ein solcher Anhalt oder darf man annehmen, daß derselbe zu unbrauchbaren Ergebnissen führt, so kann das Kapital bemessen werden entweder nach dem zu seiner Darstellung erforderlichen Aufwande (sog. Kostenwert) oder nach den Erträgen, welche es abzuwerfen verspricht (sog. Erwartungswert). Nach den wirklich aufgewandten Kosten hat man zu rechnen, wenn es sich darum handelt, einen tatsächlich erzielten Gewinn oder eingetretenen Verlust zu ermitteln. Waren diese Aufwendungen hoch oder niedrig, oder haben sich im Laufe der Zeit die einzustellenden Rechnungsgrößen (Löhne, Warenpreise etc.) geändert, so sind für die Berechnung zu gewährender Vergütungen bei Verkäufen etc., dann für den Zweck der Ermittelung des besten Wirtschaftsverfahrens die der Jetztzeit entsprechenden normalen Kosten zu unterstellen. Oft wird die Summierung solcher normalen Aufwendungen zum gleichen Ergebnis führen, wie die Berechnung der Erträge, die man vom Kapitale erwarten darf. Nicht immer liegen jedoch benützbare Zahlen vor, insbesondere kann die Summe der Erträge diejenige der Kosten übersteigen. In diesem Falle hat man in seinem eigenen Interesse sowohl für Veräußerungen, Bemessung von Entschädigungen etc., als auch für Vergleichung von Wirtschaftserfolgen die Größe des Kapitals nach den Nutzungen desselben zu bestimmen, indem man sämtliche vom Kapitale zu erwartenden Erträge und sämtliche zur Erzielung derselben, d. h. zur Auswertung des Kapitales erforderlichen Kosten auf die Gegenwart bezieht (diskontiert). Der Unterschied beider Summen würde die Größe des Kapitals darstellen. Dies Verfahren wird schon seit langen Zeiten in der Landwirtschaft angewandt. Die Kapitalisierung einer jährlichen Rente nach der sogenannten Bauernregel (Vervielfältigung der Rente mit $33^1/_3$ bei 3%, mit 25 bei 4%, mit 20 bei 5% etc.) nimmt einfach eine ewige Dauer des Kapitals und der Rente an. Die Diskontierung einer ewigen alljährlich eingehenden Rente ergibt bei Unterstellung des gleichen Zinsfußes genau den gleichen Betrag, wie die Berechnung nach der genannten Regel. Ueber diese einfache Tatsache täuschen sich diejenigen hinweg, welche bei jener Vervielfältigung die Berücksichtigung einer fernen Zukunft zu umgehen vermeinen. Dies zeigt sich recht deutlich, sobald in der Erwartung, die Rente könne in Zukunft sich ändern, auch der der Kapitalisierung zugrunde gelegte Zinsfuß erhöht oder erniedrigt wird.

IV. Wirtschaftsziele.

§ 5. Läßt sich ein Gut in verschiedener Weise verwerten, so sind die Erfolge aller Verwendungsarten einander vergleichend gegenüberzustellen. Jede einzelne stellt für gegebene Aufwendungen bestimmte Erträge in Aussicht. Es handelt sich darum, diejenige zu ermitteln, welche die höchsten Ueberschüsse verspricht. So kann der Boden zur Erzeugung verschiedener Früchte benutzt werden. Bei jeder Fruchtgattung aber sind wieder verschiedene Arten der Bewirtschaftung möglich und bei jeder einzelnen dieser letzteren kann der Ertrag durch Mehraufwendungen an Arbeit und Kapital bis zu gewisser Grenze hin gesteigert werden. Die richtige Bestimmung der vorteilhaftesten Ausnutzung des Bodens ist nun freilich mit großen Schwierigkeiten verbunden, da die Aufwendungen, insbesondere aber die Erträge keineswegs immer als fest gegebene Größen vorliegen, sondern meist nach bestem Ermessen auf spekulativem Wege zu ermitteln sind. Mit solchen Schwierigkeiten hat nun einmal — und zwar zu unserem eigenen Glück — eine jede Wirtschaft zu kämpfen. Aufgabe für uns ist es, dieselben möglichst zu mindern und zu bewältigen; verfehlt aber würde es sein, wegen dieser Schwierigkeiten alles wirtschaftliche Streben aufzugeben oder, wie dies in der forstlichen Literatur vorkommt, einen im übrigen als richtig anerkannten Grundsatz trotzdem als an und für sich unzutreffend zu verwerfen.

Handelt es sich nun um Posten, für welche Ertrags- und Kostensätze nicht eingestellt werden können, so ist die Rechnung entweder überhaupt unmöglich, oder es ist eine gutachtliche Einschätzung vorzunehmen. Letzteres ist im Interesse der Wirtschaftlichkeit unbedingt geboten und zwar sowohl in der öffentlichen, als auch in der Privatwirtschaft. Wie überhaupt auch bei ganz idealen Zwecken doch immer die Erwägung Platz greifen muß, ob es sich bei der gegebenen wirtschaftlichen Lage ausreichend lohnt, materielle Opfer zu bringen, wie geistige Genüsse, Güter der Kunst und Wissenschaft sich immer eine Abwägung gegen materielle Güter gefallen lassen müssen, ebenso darf auch der Waldeigentümer bei Jagdvergnügen, Parkanlagen usw. sich die wirtschaftliche Vergleichung nicht ersparen. Er muß sich nicht allein über die Höhe der nötigen Aufwendungen, sondern auch darüber im klaren sein, ob dieselben sich wirtschaftlich rechtfertigen lassen.

V. Der Kostenbegriff.

§ 6. Der Begriff der Kosten ist, was oft übersehen wird, ein relativer. Zu unterscheiden sind die tatsächlich in einem gegebenen Falle aufgewandten und diejenigen, welche als normal zu betrachten, insbesondere bei Bestimmung einer einzuhaltenden Wirtschaft den zu erzielen,

den Erträgen gegenüber zu stellen sind (*subjektive* und *objektive* Kosten, Endres). In den meisten Fällen werden unter den Kosten schlechthin diejenigen verstanden, welche gegenwärtig aufzuwenden sein würden, so wenn von den Kosten als der untersten Grenze des Preises die Rede ist. Hier kann es sich lediglich um die Frage handeln, ob eine weitere Produktion noch wirtschaftlich gerechtfertigt ist. Eine Fortsetzung wird nur unter der Bedingung erfolgen, daß der Preis entsprechend hochsteht. Wirklich aufgewandte Kosten der Vergangenheit sind für die Preisbestimmung ohne Belang; vorhandene Vorräte von Erzeugnissen müssen allenfalls zu einem Preise abgegeben werden, welcher weit unter den Kosten steht, oder ihre Verwertung wirft einen erheblichen Gewinn ab. Das Gleiche gilt für den Wald. Auch hier können unter der Voraussetzung, daß keine gesetzlichen Beschränkungen die Wirtschaft beengen und daß auch in gegebenen Fällen echt wirtschaftliche Erwägungen statthaben, die Kosten nur indirekt einen Einfluß auf die Preisgestaltung ausüben, insofern Rodungen oder Aufforstungen vorgenommen oder unterlassen werden. Wie allgemein in anderen Wirtschaftszweigen, so wird auch hier sich ein Preis auf Grund gegebener Tatsachen bilden und daran sich die Frage knüpfen, ob die Waldwirtschaft für die Dauer als lohnend anzusehen ist. Hängt von der Beantwortung derselben Mehrung und Minderung der Wälder ab, so macht sich eben das Streben geltend, den Kosten auch einen bestimmenden Einfluß auf die Preisgestaltung einzuräumen. Allerdings kann, wie oben erwähnt, praktisch nur von einem Streben die Rede sein. In dieser Beziehung sind andere Wirtschaftszweige dem Walde gleichgestellt, ein Unterschied liegt nicht der Art, sondern nur dem Grade nach vor.

Handelt es sich nicht um Ermittelung eines wirklich erzielten Gewinnes, sondern um Bestimmung einer Entschädigung oder der zukünftig einzuhaltenden Wirtschaft, so sind unter die Kosten nicht allein positive Aufwendungen, sondern auch solche negativer Art zu rechnen, d. h. solche, bei denen keine wirklichen Hinauszahlungen, ja nicht einmal eine tatsächliche Ausnutzung von Arbeitskräften oder eine Vernutzung von Gegenständen erfolgt. Ganz allgemein ist jede anderweite Auswertungsmöglichkeit und zwar immer je die vorteilhafteste unter den Kosten in Rücksicht zu ziehen. Dieser Forderung suchen darum Theorie und praktisches Leben, wenn freilich auch keineswegs immer in zutreffender Weise, Genüge zu leisten, wie dies u. a. die theoretische und praktische Behandlung der Enteignungsfrage (Anrechnung des sog. Mehrwerts etc.), der Servitutablösung (Benutzung anderweit nicht verwendbarer Kräfte), wie überhaupt der gesamte Wirtschaftsverkehr beweist. Kann man anderweit aus der Verwertung der eigenen Arbeitskraft einen Vorteil erlangen, so ist zu fordern, daß derselbe auch bei einer dritten Verwendungsweise erzielt werde. Deshalb stellt denn auch mit gutem Grunde jeder tüchtige Geschäftsmann, auch wenn er nicht gerade Mitglied bei einer gesellschaftlichen Unternehmung (Handelsgesellschaft, Genossenschaft) ist, für seine eigenen Arbeitsleistungen eine entsprechende Summe unter den Kosten in Rechnung, trotzdem dieselbe, wenn sie wirklich eingeht, auf dem persönlichen Konto als reines Einkommen zu verbuchen ist. Damit löst sich denn auch in einfacher Weise eine bekannte Streitfrage, welche früher in der Literatur der Volkswirtschaftslehre, bis in die neuere Zeit sogar noch in derjenigen der Forstwissenschaft eine Rolle gespielt hat, inwieweit nämlich Roh- und Reinertrag oder auch das sog. „Roh“- und „Rein“einkommen über die Gestaltung der Wirtschaft zu entscheiden habe. Reinertrag der Forstwirtschaft ist alles, was dieselbe als Ueberschuß über wirkliche positive Aufwendungen hinaus abwirft. An demselben beteiligen sich freilich, wenn wir von der Vernutzung der Arbeitskraft, von deren Verrechnung und notwendigem Wiederersatz absehen, alle im Walde tätigen Beamte und Arbeiter; für letztere sind Lohn und Gehalt ebenso gut Einkommen, wie der Waldreinertrag für den Waldeigentümer; doch hat man Lohn und Gehalt nicht allein in seinem persönlichen Interesse, sondern auch in demjenigen einer richtigen Gestaltung der Wirtschaft unter den Kosten in Anrechnung zu bringen. Dies müßte sogar geschehen, wenn Arbeiter und Beamte Miteigentümer am Walde wären, wenn anders die vorteilhafteste Verteilung und Ausnutzung vorhandener Kräfte und Mittel ermöglicht werden soll.

In gleicher Weise ist die Frage zu behandeln, wie der Boden zu verrechnen sei. Kann man ein Gelände bei einer Benutzungsweise zu B_1, bei einer anderen zu B_2 verwerten, so ist zu untersuchen, ob $B_1 \lesseqgtr B_2$ oder $B_1 - B_2 \lesseqgtr 0$, d. h. rechnungsmäßig stellt man die eine Verwertung der anderen als Kosten oder als Summe gegenüber, welche mindestens erwirtschaftet werden muß. Kommt in einem gegebenen Falle nur eine Verwendungsweise in Frage, so kann auch nur diese, sofern das Rechnungsverfahren hierzu führt (Weiserprozent), unter die Kosten gestellt werden. Muß der Wald als solcher erhalten werden, dann ist es nicht allein interessant, sondern auch notwendig zu ermitteln, welche Opfer damit verbunden sind, welcher Nutzen anderweit aus ihm gezogen werden könnte; dagegen wäre es eine Torheit, bei Bestimmung der Bewirtschaftungsart Vorteile als Kosten aufzurechnen, die überhaupt gar nicht zu erzielen sind. Damit ist denn die scheinbar schwierige und auch von Nationalökonomen nicht immer richtig behandelte Frage, ob landwirtschaftliche Benutzungsweise, „Bodenerwartungs“-, „Kosten“, bezw. „Verkaufswert“ in die Rechnung einzustellen ist, ganz einfach zu beantworten. Sobald ein Verkauf beabsichtigt wird, so hat man den möglichen Erlös den Ergebnissen der eigenen Wirtschaft gegenüber zu stellen. Wenn jedoch der Verkauf ausgeschlossen ist, so entfällt auch der Verkaufspreis. Ebenso wird man die landwirtschaftliche Benutzung in Rücksicht ziehen,

wenn es sich um die Frage der Rodung handelt. Ist das Gelände absoluter Waldboden oder ist die Rodung überhaupt nicht zulässig, so kann selbstverständlich auch eine landwirtschaftliche Verwendung für den Zweck der Bestimmung der einzuhaltenden Wirtschaft nicht unter den Kosten aufgeführt werden. Aus den angegebenen Gründen ist auch eine Verrechnung der tatsächlich erfolgten Aufwendungen der Vergangenheit nur dann von Belang, wenn es sich um Bezifferung von wirklich stattgehabtem Gewinn oder Verlust handelt. Im übrigen aber sind sie für die zukünftige Wirtschaft ohne Bedeutung, und kann es somit ganz gleich sein, ob Wald und Waldboden billig oder teuer erworben wurden, ob wir sie geerbt haben, oder ob Mutter Natur sie uns ohne Gegengabe zur Verfügung stellte. Die Frage ist immer zunächst dahin zu stellen, ob Boden und Holzvorrat anderweit irgendwie verwertet werden können. Insoweit dieselbe mit ja zu beantworten ist, muß auch die Waldwirtschaft mit dem entsprechenden Betrage belastet werden.

Bei Ermittelung der besten Wirtschaftsweise darf ferner auch kein grundsätzlicher Unterschied zwischen eigenem und geliehenem Kapital gemacht werden; Zinsen sind nicht allein für letzteres, weil sie wirklich bezahlt werden, sondern auch für das erstere zu verrechnen, trotzdem sie für dasselbe formell nicht zu entrichten sind. Sind freilich die Kapitalien anderweit überhaupt nicht verwendbar, so hat auch die Zinsberechnung keine Berechtigung, ja sie kann unter Umständen zu einer Verlustwirtschaft führen.

VI. Die Frage der Zinsanrechnung insbesondere.

1. Grundsätzliches; Zinsberechnungsart.

§ 7. Unter sonst gleichen Umständen gewährt ein Gut uns um so mehr Vorteile, je früher es wirtschaftlich ausgenutzt werden kann. Diese Tatsache bildet die eigentliche ökonomische Grundlage für die Anrechnung von Zinsen; und zwar gilt diese Grundlage für jede gesellschaftliche Verfassung, für die sozialistische wie für die kapitalistische, verschieden sind nur Form und Höhe, in welchen Zinsen berechnet werden oder, wenn eine formelle Bemessung und Anforderung nicht stattfindet, in welchen sie verschiedenen Personen zu gute kommen oder zur Last fallen. Von welcher Wichtigkeit eine frühzeitigere Nutzung sein kann, dies ersehen wir vorzüglich an unseren Eisenbahnen. Hätten unsere Forstverwaltungen an den bekannten in Wort und Schrift verfochtenen Wirtschaftsgrundsätzen, welche den Wald als unantastbares Fideikommiß betrachten und die Zinsrechnung für die Forstwirtschaft verwerfen, auf das strengste festgehalten, so hätte manche Eisenbahn noch nicht gebaut werden dürfen, weil das für Wagen, Schwellen etc. beanspruchte Holz im Walde noch Zuwachs in Aussicht stellte und, sofern das höchste Maß des Durchschnittszuwachses noch nicht erreicht, auch nicht als hiebsreif gelten durfte. Eine Verspätung des Eisenbahnbaues hätte aber nicht sowohl einen wirtschaftlichen Stillstand, sondern vielmehr einen empfindlichen Rückschritt bedeutet. Holz als Schwelle, Balken, Pfosten etc. wirkt nutzbringend, es kann unter Umständen in dieser Form weit mehr Vorteil bringen, als wenn es als Waldbaum zur Freude des Technikers noch einige Jahrringe hätte auflegen dürfen.

Im übrigen stellt sich die Waldwertrechnung einfach auf den Boden gegebener Tatsachen. Jedes Kapital kann gegenwärtig, und dies wird auch für unabsehbare Zeiten so sein, in irgend welcher Form, sei es durch eigene Auswertung, sei es durch Verleihung, bei welcher nur eine dritte Person an die Stelle des Besitzers tritt, derart nutzbringend verwendet werden, daß es sich im Laufe der Zeit vergrößert. Ob hierbei die gesamte wirtschaftliche Kraft einer ganzen Gesellschaft gesteigert wird, oder ob sich ohne solche Steigerung lediglich Privatkapital bildet, kann hier ununtersucht bleiben.

Nun ist der bei anderweiter Verwendung mögliche Kapitalzuwachs bei jeder gegebenen Art der Benutzung unter den Kosten in Anrechnung zu bringen. Damit findet die Unterstellung von Zinsen allgemein ihre Rechtfertigung. Ist eine zukünftige Nutzung gleich N_1, so ist dieselbe gegenwärtig zu einem Betrage N zu veranschlagen, welcher kleiner ist als N_1. Umgekehrt ist jede Nutzung, welche jetzt = N ist, auf einen höheren Betrag zu setzen, wenn sie auf einen späteren Zeitpunkt bezogen wird.

Unter sonst gleichen Umständen wird nun ein Kapital um so mehr anwachsen, je länger es nutzbringend verwertet wird. Dies gilt zwar für jede gesellschaftliche Verfassungsform; ganz vorzüglich aber wird das Anwachsen ermöglicht und erleichtert bei kapitalistischer Verfassung mit entwickeltem Kreditwesen. Der Besitzer braucht sich nicht darum zu kümmern, ob die Summe, über die er verfügt, bei einer Verleihung auch wirklich nutzbringend verwandt wird. Ihm genügt die Tatsache, daß er den Nutzen ziehen könnte, um vom Schuldner bei Produktivkredit sowohl wie bei Konsumtivkredit Zinsen zu beanspruchen.

Jede Nutzung kann in irgend welcher Form wieder fruchtbringend verwandt werden. Die Erzeugnisse des Bodens, einer Fabrik, Maschine etc. lassen sich anderweitig weiter auswerten. Ist die Wirkung auch zunächst nur privatwirtschaftlicher Natur (z. B. Verkauf zum Konsum, insbesondere gar zum unwirtschaftlichen Verbrauch), im ganzen hat sie doch, zumal bei wirtschaftlichem Sinn der Bevölkerung, eine volkswirtschaftliche Bedeutung (Erhaltung der Arbeit und Leistung derselben, Kapitalfixierungen etc.).

Ist der Nutzen, der in der Zeiteinheit von der Kapitaleinheit zu erwarten ist, = n, so wächst das ganze Kapital N an auf $N(1+n)$. Dieser ganze Betrag kann nun wieder nutzbringend verwandt werden. Er wächst in der nächsten Zeiteinheit an auf $N(1+n)(1+n) = N(1+n)^2$ usw. Umgekehrt ist ebenso ein später zu erwartendes Kapital N_1 gegenwärtig zu veranschlagen auf $\frac{N_1}{1+n}$ oder, wenn es nach Verlauf von zwei Zeiteinheiten in Aussicht steht, auf $\frac{N_1}{(1+n)^2}$ usw.

Als Zeiteinheit wird allgemein das bürgerliche Jahr der Rechnung zugrunde gelegt. Dies findet nicht allein seine Rechtfertigung in der geschichtlichen Entwickelung (frühere Abrechnung von Messe zu Messe), sondern auch in tatsächlichen wirtschaftlichen Verhältnissen. Das Jahr ist nicht nur eine Rechnungseinheit, es bedeutet auch für viele wichtige Zweige der Wirtschaft die wirkliche Umschlagszeit. Die Landwirtschaft insbesondere erntet im ganzen alljährlich nur einmal. Dieselbe greift aber so tief in alle übrigen Zweige ein, daß schon deswegen auch hier die gleiche Berechnungszeit gewählt werden mußte. Hierzu zwingt auch die Ausgleichung, welche zwischen den verschiedenen Gebieten der Volkswirtschaft statthat. Bei der Rechnung nach kürzeren Einheiten müßte eben der Nutzungssatz entsprechend herabgesetzt werden.

So sind wir denn zum Begriffe der Zinseszinsen gelangt. Demselben liegt zunächst zwar nur der Gedanke einer Geldverleihung zugrunde, doch tut dies dem Wesen der Sache selbst keinen Abbruch. Denn der mögliche Zins der Verleihung ist privatwirtschaftlich unbedingt unter den Kosten zu verrechnen. Und in ihren Wirkungen ist eine solche Anrechnung auch vom volkswirtschaftlichen Standpunkte aus als zutreffend zu bezeichnen. Hierbei ist es ganz gleich, ob eine wirkliche Verleihung vorkommt, oder ob es sich nur um eigene, eine anderweite Verwertung durch Produktion oder Verbrauch ausschließende Verwendung handelt.

Als Zinsen oder Interessen bezeichnet man die gesamte Nutzung eines Kapitales (insbesondere die Vergütung für Verleihung eines solchen). Das Verhältnis der Zinsen, welche ein Kapital in der Zeiteinheit (Jahr) einbringt, zu diesem selbst ist der Zinsfuß oder der Zins der Kapitaleinheit. Trägt das Kapital k die Zinsen z, so ist $\frac{z}{k}$ der Zinsfuß. 100 Kapitaleinheiten ergeben an Zinsen $\frac{100\,z}{k}$. Diesen auf je 100 (pro centum) berechneten Zins nennt man Prozent, oft auch schlechthin als Zinsfuß bezeichnet. Zur kurzen Bezeichnung desselben wird fortan der Buchstabe p gewählt. Alsdann bedeutet $\frac{p}{100}$, symbolisch $= 0{,}0p$ geschrieben, den Zinsfuß.

a) Die Zinseszinsrechnung.

Die Rechnung nach Zinseszinsen unterstellt, daß die fälligen Zinsen eines Kapitales jeweilig wieder zinstragend angelegt werden, daß demgemäß bei einer Verleihung auf längere Zeit, während welcher keine Zinszahlung erfolgt, die Kapitalschuld Zins auf Zins anwachse, und daß bei Kostenrechnungen überhaupt Zins und Zinseszins unter den Aufwendungen zu erscheinen haben.

Formeln der Zinseszinsrechnung.

§ 8. 1. Prolongierung und Diskontierung einer einzelnen Summe. Wächst eine Summe k dadurch an, daß derselben je nach Verlauf einer Zeiteinheit (Jahr) Zinsen und Zinseszinsen zugeschlagen werden, so erhalten wir, wenn der Zinssatz = p% ist, nach:

$$\begin{array}{lll} 1 \text{ Jahr} & k_1 = k + k\frac{p}{100} = k\left(1+\frac{p}{100}\right) = k1{,}0p \\ 2 \text{ Jahren} & k_2 = k_1 1{,}0p \quad = k1{,}0p^2 \\ \ldots & \ldots \\ n \quad ,, & k_n = k_{n-1}1{,}0p = k1{,}0p^n. \end{array}$$

Wird aus k nach n Jahren $k_n = k\,1{,}0p^n$ (Nachwert von k), so ist umgekehrt die am Ende des Zeitraumes in Aussicht stehende Summe k_n am Anfang desselben zu $k = \frac{k_n}{1{,}0p^n}$ (Vorwert von k_n) zu veranschlagen. Im ersteren Falle beziehen wir eine gegebene Summe auf einen späteren Zeitpunkt (Prolongierung), im zweiten auf einen früheren Zeitpunkt (Diskontierung).

2. Summierung (Prolongierung und Diskontierung) von Renten, gleichgroßen Beträgen, welche zu verschiedenen Zeiten eingehen.

I. Endliche Renten.

A. Nachwerte.

Geht eine Summe r (Rente) zum ersten Male nach a Jahren und von da ab alle m Jahre, im ganzen n mal ein, die letzte also nach $a + (n-1)m$ Jahren, so ist am Ende dieser Zeit angewachsen:

die letzte Rente auf . . . . . r
die vorletzte Rente auf . . . . $r1{,}0p^{m}$
die ihr vorhergehende Rente auf $r1{,}0p^{2m}$
. . . .
die zweite Rente auf . . . . . $r1{,}0p^{(n-2)m}$
die erste auf . . . . $r1{,}0p^{(n-1)m}$

Summieren wir alle diese Größen nach der bekannten Formel für die geometrische Reihe[1], $S=\frac{a(q^n-1)}{q-1}$ indem wir r für a und $1{,}0p^m$ für q einsetzen, so erhalten wir als Nachwert unserer Rentenreihe:

$$S=\frac{r(1{,}0p^{nm}-1)}{1{,}0p^{m}-1}.$$

Setzen wir $m=1$, so wird:

$$S=\frac{r(1{,}0p^{n}-1)}{1{,}0p-1}=\frac{r}{0{,}0p}(1{,}0p^{n}-1).$$

Es ist dies die Summe von alljährlich, im ganzen n mal eingehenden Renten, bezogen auf das Ende des ganzen Zeitraums.

B. Vorwerte.

Aus dem Nachwert ist leicht der Vorwert der Renten zu berechnen, indem wir den ersteren durch $1{,}0p^{a+(n-1)m}$ dividieren und damit die prolongierten Renten auf den Anfang des Zeitraums beziehen (diskontieren). Es ist der

$$\text{Vorwert}=\frac{r(1{,}0p^{nm}-1)}{(1{,}0p^{m}-1)1{,}0p^{nm-m+a}}$$

$$=\frac{r(1{,}0p^{nm}-1)\,1{,}0p^{m-a}}{(1{,}0p^{m}-1)\,1{,}0p^{nm}} \quad \text{(Allgemeine Formel der Vorwerte.)}$$

Aus dieser Formel lassen sich alle übrigen, welche in der Waldwertrechnung zur Anwendung kommen, ohne Schwierigkeit ableiten.

Ist $a=0$, d. h. geht die erste Rente bereits zu Beginn des Zeitraums ein, so wird unsere Summe

$$S=\frac{r(1{,}0p^{nm}-1)\,1{,}0p^{m}}{(1{,}0p^{m}-1)\,1{,}0p^{nm}}.$$

Ist $a=m$, d. h. geht die Rente zum ersten Male nach m Jahren und dann alle m Jahre, im ganzen n mal ein, so ist unsere Summe

$$=\frac{r(1{,}0p^{nm}-1)}{(1{,}0p^{m}-1)\,1{,}0p^{nm}}.$$

Setzen wir $m=1$, so erhalten wir die Formeln für Renten, welche alljährlich, im ganzen n mal und zum ersten Male nach a Jahren eingehen. Bis zum Eingang der letzten Rente verfließen $a+n-1$ Jahre. Die auf den Anfang dieser Zeit bezogene (diskontierte) Summe ist alsdann

$$=\frac{r(1{,}0p^{n}-1)}{0{,}0p\,.\,1{,}0p^{n+a+1}}.$$

Für $a=0$, d. h. wenn die erste Rente bereits am Anfang jener Zeit eingeht, erhalten wir:

$$\frac{r(1{,}0p^{n}-1)\,1{,}0p}{0{,}0p\,.\,1{,}0p^{n}}$$

und für $a=1$, d. h. wenn die erste Rente erst nach Verfluß des ersten Jahres in Aussicht steht, wird unsere Summe

$$=\frac{r(1{,}0p^{n}-1)}{0{,}0p\,.\,1{,}0p^{n}}.$$

Wird $n=1$ gesetzt, so geht der Betrag überhaupt nur einmal ein. Unsere obige Formel geht über in $\frac{r(1{,}0p^{m}-1)}{(1{,}0p^{m}-1)\,1{,}0p^{a}}=\frac{r}{1{,}0p^{a}}$ und, für $a=m$, in $\frac{r}{1{,}0p^{m}}$.

---

1) Ist $S=a+aq+aq^2+\ldots+aq^{n-1}$, so ist auch
$Sq=aq+aq^2+aq^3+\ldots+aq^n$ und die Differenz
$Sq-S=aq^n-a$. Mithin $S=\frac{a(q^n-1)}{q-1}$.

(Summe der steigenden, endlichen geometrischen Reihe.)

Ist die geometrische Reihe fallend, mithin $q<1$, so ist auch $Sq<S$. Bildet man dann die umgekehrte Differenz $S-Sq$, so erhält man die Summe der fallenden endlichen Reihe $S=a\frac{1-q^n}{1-q}$. Ist die Reihe unendlich, so ist $q^n=q^\infty=0$ und die Summe der unendlichen fallenden Reihe $S=\frac{a}{1-q}$.

II. Ewige Renten.

Für $n = \infty$ erhalten wir unendliche oder ewige Renten, welche zum ersten Male nach a Jahren und von da ab immer alle m Jahre eingehen. Der Nachwert ewiger Renten ist natürlich unendlich groß, dagegen ist ihr Vorwert eine endliche Größe. Diese ist nach der obigen allgemeinen Gleichung der Vorwerte:

$$\frac{r(1{,}0p^{nm}-1)\,1{,}0p^{m-a}}{(1{,}0p^{m}-1)\,1{,}0p^{nm}} = \frac{r\left(1-\frac{1}{1{,}0p^{nm}}\right)1{,}0p^{m-a}}{1{,}0p^{m}-1}$$

Hierin wird für $n = \infty$ der Faktor $\frac{1}{1{,}0p^{nm}} = \frac{1}{\infty} = 0$ und unsere Formel geht sonach über in

$$S = \frac{r\,1{,}0p^{m-a}}{1{,}0p^{m}-1}.$$

Setzen wir $a = 0$, so geht die Rente zum ersten Male sofort, dann alle m Jahre ein. Wir erhalten als Summe:

$$\frac{r\,1{,}0p^{m}}{1{,}0p^{m}-1}.$$

Dieselbe wird, wenn $a = m$ ist, d. h. wenn die erste Rente nach m Jahren zu erwarten ist,

$$= \frac{r}{1{,}0p^{m}-1}.$$

Wird $m = 1$ gesetzt, so erhalten wir die Summe für jährliche ewige Renten. Dieselbe ist gleich

$$= \frac{r\,1{,}0p}{0{,}0p\,.\,1{,}0p^{a}}.$$

Ist $a = 0$, so geht die erste Rente bereits in der Gegenwart ein. Unsere Summe ist alsdann

$$= \frac{r\,1{,}0p}{0{,}0p}.$$

Für $a = 1$ dagegen erhalten wir $\frac{r}{0{,}0p}$ als Summe einer jährlichen ewigen Rente, welche zum ersten Male nach Jahresfrist eingeht.

Da $\frac{r}{1{,}0p^{m}-1}$ das Kapital darstellt, welches einer unendlichen Reihe von Renten entspricht oder alle m Jahre eine Rente r abwirft, so ist $\frac{r\,1{,}0p^{nm}}{1{,}0p^{m}-1}$ der auf das Ende der Zeit mn berechnete Nachwert dieses Kapitales. Ziehen wir hiervon das Kapital selbst wieder ab, so erhalten wir die Summe der inzwischen aufgewachsenen, alle m Jahre eingehenden Zinsen (r) und Zinseszinsen dieses Kapitales. Wir erhalten auf diese Weise unsere obige Summenformel $\frac{r(1{,}0p^{nm}-1)}{1{,}0p^{m}-1}$.

Das Kapital $\frac{r}{0{,}0p}$ wirft alljährlich eine Rente r ab. Nach n Jahren ist dieses Kapital angewachsen auf $\frac{r\,1{,}0p^{n}}{0{,}0p}$. Wird hiervon das ursprüngliche Kapital abgezogen, so erhalten wir die Summe der inzwischen mit Zins und Zinseszins aufgewachsenen jährlichen Renten r mit $\frac{r(1{,}0p^{n}-1)}{0{,}0p}$, d. h. die gleiche Formel wie oben.

§ 9. Die Rechnung nach Zinseszinsen wurde früher von den meisten und wird auch heute noch von einzelnen Forstwirten [1]) verworfen, weil sie bei Diskontierungen zu niedrige, bei Prolongierungen zu hohe Ergebnisse liefere, welche mit wirklichen Preisen und Erträgen nicht übereinstimmten. Ist dies der Fall und sind die Zahlen, mit welchen wir unsere Rechnungsergebnisse vergleichen, als zutreffend zu erachten, so geht hieraus nur hervor, daß wir einen falschen Zinsfuß unterstellt haben. Ebenso liegt die Sache in anderen Wirtschaftszweigen. Wird z. B. landwirtschaftliches Gelände ganz allgemein mit dem Vierzigfachen der jährlichen Rente bezahlt, so folgt eben hieraus, daß sich der Käufer mit 2½% begnügt. Rechnet er mit einem höheren Zinssatze, etwa mit 5%, so kommt er bei gegebener Rente natürlich auf einen niedrigeren Kaufpreis und bei einem bestimmten Ankaufspreise auf eine zu hohe Rente. Verlangt er nun eine Verzinsung von 5%, so kann eben seinen Anforderungen nicht genügt werden,

1) Hierher sind alle Gegner der Reinertragstheorie zu zählen, welche in ihren Formeln für Einrichtung der Wirtschaft grundsätzlich nicht mit Zinsen rechnen, insbesondere auch diejenigen, welche die Umtriebszeit nach dem höchsten Waldreinertrage oder dem höchsten Wertdurchschnittszuwachs bemessen wollen. Uebrigens machen sich die wirtschaftlichen Tatsachen doch mit solcher Macht geltend, daß man die Notwendigkeit, Zinsen unter die Kosten zu rechnen, kaum mehr bestreitet.

er muß vom Kaufe Abstand nehmen, solange der Preis nicht auf die Hälfte des derzeit allgemein üblichen herabgesetzt wird. Dürfen wir nun einen Zinsfuß als richtig betrachten und stimmen mit demselben wirkliche Preise, Ertrags- und Kostensätze nicht überein, so ergibt sich hieraus entweder, daß unsere Wirtschaft zur Zeit außerordentlich gewinnreich, oder im entgegengesetzten Falle, daß sie mit Verlusten verbunden ist. Verspricht ein Boden bei forstlicher Benutzung alle u Jahre eine Reineinnahme = A und bei landwirtschaftlicher Verwendung eine jährliche Rente = r, so müßten eben $\frac{r}{0{,}0p} = \frac{A}{1{,}0p^u - 1}$ sein. Ist aber $\frac{r}{0{,}0p} > \frac{A}{1{,}0p^u - 1}$, so geht hieraus hervor, daß die Forstwirtschaft unrentabel ist, nicht aber, daß die Zinseszinsrechnung ein falsches Ergebnis liefert, zumal ja die Formel $\frac{r}{0{,}0p}$ ganz nach den gleichen Grundsätzen durch Diskontierung jährlicher bis in die fernste Zukunft eingehender Renten ermittelt wurde, wie die Formel $\frac{A}{1{,}0p^u - 1}$. Stellt die Forstwirtschaft alle 100 Jahre einen Ertrag von 1000 Mark in Aussicht, so können wir den Boden bei 5% nur mit 7,66, bei 2% jedoch mit 160 Mk. bezahlen. Wirft der gleiche Boden bei landwirtschaftlicher Benutzung dauernd eine jährliche Rente von 20 ab und wird er mit 600 Mk. bezahlt, so ist hier entweder die Forstwirtschaft überhaupt nicht am Platze oder wir müssen, wenn dies wirklich der Fall, mit einem niedrigeren Zinssatze von rund 1% rechnen, weil in Zukunft Ertragssteigerungen zu erwarten sind.

Weitere grundsätzliche Einwendungen sind gegen die Rechnung mit Zinseszinsen meines Wissens nicht erhoben worden. Denn die Ausführungen derjenigen, welche mit Verwunderung auf die Riesensummen hindeuten, zu denen kleine Beträge bei voller Verzinsung nach langen Zeiträumen anwachsen, bedürfen hier kaum der Erwähnung. Auch die Bemerkung, welche Heitz in seiner Broschüre „Die Waldrente" machte, „die" Nationalökonomie kenne wohl einen Leihzins, aber keine Zinseszinsen, ist für uns ohne Belang. Denn dieselbe ist überhaupt nicht zutreffend. Wenn aber ein Volkswirt derartige Lehrsätze glaubt aufstellen zu dürfen, so muß er gewärtigen, daß der Forstwirt „seine" Nationalökonomie nicht anerkennt, sondern vielmehr den Tatsachen des wirklichen Lebens Rechnung trägt.

Wenn v. Gehren meinte, daß die Leihzinsen häufig nicht im Verfalltermine, sondern erst später eingingen, ohne daß Verzugszinsen angerechnet werden könnten, so hat er damit die Zinseszinsrechnung keineswegs grundsätzlich verworfen. In den gedachten Fällen wurde eben tatsächlich ein geringerer Zinssatz erzielt, als der vertragsmäßig vereinbarte. Ist dem allgemein so, so würde für Rechnungen, bei welchen Verleihungen nicht vorkommen, der wirkliche Zins, nicht der nominelle (vereinbarte) Satz unterstellt werden müssen. Uebrigens sind jene Verluste nicht gerade immer zu befürchten.

Allerdings befand man sich früher mit seinen Anschauungen in Uebereinstimmung mit dem Zinsrecht, welches beim Darlehensvertrag die Anrechnung von Zinseszinsen (Anatokismus) verbot, ohne jedoch irgendwie zu verhindern, daß eingegangene Zinsen wieder zu Darlehen verwandt und so bei pünktlicher Pflichterfüllung der Schuldner tatsächlich Zinseszinsen gezogen wurden, oder daß man solche im Gewerbs- und Geschäftsleben unter den Kosten verrechnete. Uebrigens ist auch die Rechtspflege der früheren Zeit in unzähligen wichtigen Fällen (Staatsschuldenwesen, Bankwesen etc.) nicht eingeschritten, in welchen offen oder versteckt (feste Zeitrenten, Renten-, Giltenkauf, Wechsel, Tontinen, Emissionskurs) gegen den Geist der Gesetzgebung gefehlt wurde.

Nun liegt aber gegenwärtig die Sache noch anders. Das deutsche bürgerliche Gesetzbuch, in Kraft getreten mit dem Jahr 1900, bestimmt in § 248 zwar allgemein, daß eine im voraus getroffene Vereinbarung, nach welcher fällige Zinsen wieder Zinsen tragen sollen, nichtig ist, gestattet jedoch ausdrücklich, daß Sparkassen, Kreditanstalten und Inhaber von Bankgeschäften im voraus vereinbaren können, daß nicht erhobene Zinsen von Einlagen als neue verzinsliche Einlagen gelten sollen.

Hiernach würde es gänzlich ungerechtfertigt sein, bei Summierung von zeitlich auseinander liegenden Ertrags- und Kostensätzen von der Zinseszinsrechnung abzusehen.

b) Die sog. einfachen Zinsen [1]).

§ 10. Rechnet man nur nach einfachen Zinsen, so darf man folgerichtig keine Vergrößerung des Kapitales durch Zuwachs von Zinsen zulassen, sondern muß, um das verdeckte Einschleichen von Zinseszinsen zu verhüten, immer Kapital und Zins streng voneinander gesondert halten. Umgekehrt dürfen wir nie vom Urkapital zehren, weil wir, da dasselbe durch Zinseingänge nicht vermehrt oder wieder ersetzt werden kann, infolge eines solchen Verfahrens verarmen müßten. Soll dem Eintreten dieses Falles sicher vorgebeugt werden, so müßte das

1) Die Rechnung nach Zinseszinsen hat inzwischen in Wissenschaft und Praxis so allgemein Anwendung gefunden, daß die ausführliche Darstellung der andern Zinsberechnungsarten der praktischen Bedeutung entbehrt. Da aber alle Lehrbücher der Waldwertrechnung, mit Ausnahme des von Heyer-Wimmenauer, diesen Gegenstand nur streifen, so mögen im wissenschaftlichen Interesse die eingehenden Erörterungen Lehrs ihren Platz vorläufig hier noch behalten. M.

Anfangskapital, mit welchem wir wirtschaften, unendlich groß sein, so daß wir beliebig viel auf ungemessene Zeit hin von demselben verbrauchen könnten, ohne eine Verminderung unserer wirtschaftlichen Kräfte zu verspüren. Mit diesem Gedanken stimmen denn auch vollständig die mathematischen Darlegungen überein, welche den Anhängern der Rechnung nach einfachen Zinsen deswegen unüberwindliche Schwierigkeiten bereiteten, weil sie Kapital und Zins nicht scharf auseinander zu halten vermochten und bei ihren Bemühungen, aufgefundene Widersprüche zu meiden, entweder nur einen offenen Widerspruch durch einen verdeckten ersetzten (wie z. B. eine Abhandlung in der Allg. Forst- und Jagdzeitung von 1864, S. 76 ff.), oder ihrem Grundsatze dadurch untreu wurden, daß sie, wie z. B. Cotta, ohne es selbst wahrzunehmen, mit Zinseszinsen rechneten.

Verzinst sich ein gegebenes Kapital k zu p Prozent derart, daß sich die jährlichen Zinsen im Verlaufe von n Jahren zu einer Rente r summieren, so ist nach der Rechnung mit einfachen Zinsen $k\ 0{,}0p = \frac{r}{n}$ oder

$$r = k\,n\,.\,0{,}0p.$$

Nehmen wir je nach Verlauf von n Jahren nur die angewachsene Rente weg, während das Anfangskapital immer wieder als Kapital verwandt wird, so kann r unendlich lange eingehen, unsere wirtschaftliche Lage wird durch Verbrauch der Renten nicht verschlechtert; sie kann aber auch, da die Zinsen nie Kapital werden dürfen, sich nicht verbessern. Denken wir uns dagegen jede einzelne Rente als aus einem Anfangskapitale derart entstanden, daß dasselbe mit Zinsen bis zum Betrage der Rente anwächst, also $k + kn.\ 0{,}0p = r$, und dann mit diesen Zinsen verzehrt wird, so muß die Zahl aller Anfangskapitalien unendlich groß sein, wenn wir die Rente dauernd genießen wollen. Der ersten Rente würde ein Kapital entsprechen von $k = \frac{r100}{100 + np}$, da $k\left(1 + \frac{np}{100}\right) = r$, die zweite Rente würde erlangt mit Hilfe eines Kapitales von der Größe $\frac{r100}{100 + 2np}$. Die Summe aller Kapitalien würde sein:

$$= \frac{100\,r}{100 + np} + \frac{100\,r}{100 + 2\,np} + \frac{100\,r}{100 + 3\,np} + \ldots$$

Diese Reihe ist eine harmonische, d. h. eine solche, bei welcher die Zähler aller Glieder gleich groß sind, während die Nenner eine sog. arithmetische Reihe (R. erster Ordnung) bilden, nämlich eine Reihe, bei welcher immer das folgende Glied um einen gleichbleibenden Betrag größer ist als das vorhergehende. Setzen wir $\frac{np}{100} = m$, so hat obige Reihe die Form:

$$\frac{r}{1 + m} + \frac{r}{1 + 2m} + \frac{r}{1 + 3m} + \ldots$$

Dieselbe läßt sich in unendlich viele Gruppen von Gliedern von der Beschaffenheit zerlegen, daß die Summe einer jeden folgenden Gruppe gleich oder größer als die der vorhergehenden ist.

In der Reihe $\frac{1}{1 + m} + \frac{1}{1 + 2m} + \frac{1}{1 + 3m} + \ldots$ läßt sich ein Glied, das xte, von der Größe ermitteln, daß

$$\frac{x - 1}{1 + xm} = \frac{1}{1 + m}.$$

Die (x—2) vorhergehenden Glieder sind sämtlich größer als $\frac{1}{1 + xm}$. Demnach ist das erste Glied kleiner als die Summe der auf dasselbe folgenden (x—1) Glieder. Ebenso läßt sich ein Glied, das yte, bestimmen, so daß

$$\frac{y - x}{1 + ym} = \frac{1}{1 + m}.$$

Alle vorhergehenden Glieder sind größer, somit ist die Summe der auf das xte Glied folgenden y—x Glieder ebenfalls größer als das erste. Das erste der betr. Glieder nimmt ein die Stelle $x = (m + 1) + 1$, das zweite $y = x\,(m + 1) + 1$, das dritte $z = y\,(m + 1) + 1$, das vierte $w = z\,(m + 1) + 1$. Je das Glied, welches bezeichnet ist durch die Stelle $\frac{(m + 1)^{n-1}}{m}$ würde mit den vorhergehenden, im ganzen

$$\frac{(m + 1)^n - 1}{m} - \frac{(m + 1)^{n-1} - 1}{m} = (m + 1)^{n-1}$$

Gliedern größer als das erste Glied sein. Da wir unendlich viele Glieder haben, so ist auch die Summe aller, und zwar für jedes beliebige n und p, unendlich groß.

Nun könnte man sich bei der ewigen Rente dadurch helfen, daß man sich das Kapital als unveränderlich und jeweilig die zu demselben zugewachsenen Zinsen hinweggenommen denkt. Das Kapital, welches die Rente liefert, hätte demnach die oben berechnete Größe von $\frac{r}{n0{,}0p}$ und, für n = 1, von $\frac{r}{0{,}0p}$. In diesem Falle berechnen wir jedoch nicht den „Jetzt-

w e r t" von Renten, bezw. insofern dies geschieht, geben wir den Gedanken der einfachen Zinsen auf und r e c h n e n t a t s ä c h l i c h n a c h Z i n s e s z i n s e n.

Anders liegt nun die Sache bei einer endlich begrenzten Reihe. Das Kapital, welches einer solchen Zeitrente entspricht, kann nur auf dem Wege ermittelt werden, daß man alle einzelnen Renten auf die Gegenwart bezieht. Da nun bei diesem Verfahren jede Reihe zu einer beliebig großen Summe anwachsen kann, sobald nur eine genügende Zahl von Gliedern vorhanden ist, so folgt hieraus, daß die auf die Jetztzeit bezogene Summe von zeitlich begrenzten Renten leicht größer werden kann als das Kapital, welches einer unendlichen Rente entspricht. Geht eine Rente von 1000 Mk. viermal und zwar nach 25, 50, 75 und 100 Jahren ein, so entspricht ihr, 4% gerechnet, nach der einfachen Zinsrechnung zur Zeit ein Kapital von 1283 Mk. Diese ganze Summe darf während der ersten 25 Jahre Zinsen tragen. Sie wächst an auf 2566 Mark. Hiervon werden nun 1000 Mk. weggenommen. Von den verbleibenden 1566 Mk. dürfen aber nur 783 Mk. weiter Zinsen tragen. Dieselben ergeben 783 Mk., so daß nach 50 Jahren wieder 2349 Mk. vorhanden sind. Nach Wegnahme von weiteren 1000 Mk. verbleiben 1349 Mk., von welchen 450 Mk. Zinsen tragen. Im 75. Jahre sind 1799 Mk. vorhanden. Hievon werden 1000 verzehrt, 799 Mk. verbleiben, 200 hiervon verzinsen sich noch 25 Jahre lang, bis denn nach 100 Jahren die bis dahin wieder angesammelten letzten 1000 Mk. zur Verfügung stehen. Würde man nun bei den einzelnen Markstücken, welche als Kapital, und bei denen, welche als Zinsen zu betrachten sind, diese ihre Eigenschaft nicht vorsichtig durch ein Zeichen hervorgehoben haben, so würde man Gefahr laufen, die ganze Summe von 1283 Mk. als Kapital zu behandeln und könnte so dauernd höhere Renten ziehen als 1000 Mk. Der Käufer einer 4maligen Rente müßte für dieselbe 1283 Mk. entrichten, derjenige einer ewigen Rente aber brauchte für dieselbe überhaupt nur 1000 Mk. zu zahlen. Nach Cottas Rententafeln wäre für eine alljährlich 36 Jahre lang eingehende Rente von 1000 Mk. bei 5% 20 275 Mk. zu bezahlen, für eine solche, welche 100mal bezogen wird, 35 423 Mk., und für eine 221jährige 49 235 Mk., während für eine ewige Rente nur 20 000 Mk. zu entrichten wären. Die Zinseszinsrechnung wurde von ihm verworfen, weil bei derselben Ergebnisse zum Vorschein kämen, welche den Taxator, der sie geltend machen wolle, in den Verdacht brächten, er sei dem Tollhaus entsprungen. Da ihm aber nun die einfachen Zinsen zu hohe Beträge ergaben, so entschied er sich für arithmetisch-mittlere Zinsen und geriet so von der Scylla in die Charybdis, denn bei diesen wird in seinen Tafeln der Zeitpunkt, von welchem ab das einer Zeitrente entsprechende Kapital größer wird, als ein solches, welches die gleiche Rente für alle Zeiten abwirft, nur um 6—12 Jahre weiter hinausgeschoben. Ueber die Hälfte der von ihm gerade für praktische Zwecke berechneten Zahlen bleibt immer noch vollständig unbrauchbar. Bemerkt hier schon die flüchtigste Betrachtung einen Widerspruch, so darf daraus ohne weiteres gefolgert werden, daß auch die übrigen Zahlen unzutreffend sind. So entspricht bei 5% einer ewigen Rente von 1000 Mk. ein Kapital von 20 000 Mark. Eine nur 36 Jahre lang laufende Rente hätte nach der einfachen Zinsrechnung einen Kapitalwert von 20 275 Mk. Verwirft man diese Zahl, weil ein offener Widerspruch mit den Ergebnissen der Zinseszinsrechnung vorliegt, so sind auch die für 35, 34 etc. Jahre berechneten Summen von 19 917, 19 554 etc. Mk. nicht annehmbar. Denn es wäre offenbar verkehrt, für eine 35 Jahre lang eingehende Rente 19 917 Mk., für die 36jährige dagegen 20 000 Mk. und ebenso viel für jede länger dauernde zu zahlen. Die Rente je des 32,. 33., 34. und 35. Jahres würde heute zu 385, 377, 370, 364 veranschlagt, die des 36. nur noch zu 83, alle späteren aber würden gleich Null gesetzt. Bezeichnet man aber einmal die Diskontierung einer Mehrzahl von Renten als unzulässig, dann ist auch diejenige einer einzelnen unzutreffend; die Formeln $k = \frac{k_1}{1 + m0{,}0p}$ und $k_1 = k\ (1 + m\ 0{,}0p)$ werden unhaltbar, sofern nicht in einem bestimmten Falle ein ausgesprochener Wille für sie geltend gemacht werden kann.

Will man den angeführten Uebelstand dadurch vermeiden, daß man die zeitlich begrenzte Rente als Teil einer unendlichen Rente betrachtet, den Kapitalwert, den die letztere am Ende des Zeitraums hat, auf die Gegenwart bezieht und vom Jetztwerte der unendlichen Rente in Abzug bringt, so rechnet man eben, trotzdem dies grundsätzlich verworfen wurde, in Wirklichkeit mit Zinseszinsen.

Noch weniger annehmbar sind die Ergebnisse, zu welchen wir bei einem anderen von Hierl gelehrten Verfahren gelangen. Er prolongiert erst alle einzelnen Renten auf das Ende des Zeitraums und diskontiert dann die Gesamtsumme auf den Anfang desselben. Nun wird jede einzelne Rente, welche nach seinem Verfahren erst auf einen späteren Zeitpunkt prolongiert, dann von da auf einen früheren diskontiert wird, größer, als wenn sie ohne weiteres diskontiert worden wäre.

In der Tat wird denn auch das so berechnete Kapital schon für Renten, welche nur 6—10 Jahre lang eingehen, größer als dasjenige, welches nicht allein für diese Zeit, sondern für immer eine gleich hohe Rente abwirft. Hierl gerät hier auf das Gebiet der Zinseszinsrechnung. Die Rente, welche im Jahre m eingeht, ist entstanden aus einem Anfangskapital k, welches anwächst auf $k(1 + m0{,}0p) = R$. Um das richtige Anfangskapital zu finden, dürfen wir nicht R vom Jahre m auf das Jahr $m + n$ prolongieren, weil wir hierbei annehmen, daß die Zinsen $km0{,}0p$ nun ebenfalls n Jahre lang Zinsen tragen. Den gleichen Fehler begehen diejenigen,

welche Renten wiederholt diskontieren. Die Rechnung nach einfachen Zinsen führt demnach immer leicht zu unlösbaren Widersprüchen.

Der Grund, welchen G. L. Hartig (Anleitung zur Berechnung des Geldwertes etc. 1812, S. 11) zugunsten der einfachen Zinsrechnung geltend machte, ist nicht stichhaltig. „Da bei weitem der größte Teil von allen Kapitalisten und Waldeigentümern", meinte er, „die Zinsen aus ihren Kapitalien jährlich oder periodisch verzehren oder zu ihrer Subsistenz verwenden müssen, so kann nur die einfache Zinsrechnung bei dem Verkauf der Waldungen stattfinden, und die Berechnung der Zinseszinsen nicht in Anwendung kommen." Es handelt sich hier ja nicht um Einnahmen, welche verzehrt, sondern um solche, welche nicht verzehrt werden. Zinsen kommen als Kosten in Anrechnung, wenn und solange auf den Bezug der Einnahme verzichtet werden muß.

Außer den vorstehend angeführten Widersprüchen, mit welchen die Rechnung nach einfachen Zinsen verknüpft ist, ist gegen die letztere noch der Umstand geltend zu machen, daß Kapital und Zins gar nicht von einander unterschieden werden können.

Selbst wenn die Zahlung von Zinseszinsen ausgeschlossen ist, so hindert dies nicht, daß auch in einem solchen Falle die eingehenden Zinsen wieder für Darlehenszwecke verwandt werden. Insbesondere aber würde bei der eigenen industriellen Verwertung von Produktionsmitteln die weitere Ausnützung erzielter Kapitalmehrungen gar nicht zu verhüten sein. Ein großer Teil der Summe, welche heute als Kapital betrachtet und behandelt wird, ist früher als Zins- oder Gewinneingang verrechnet worden.

c) Die gemischte Zinsrechnung.

§ 11. Die Tatsache, daß die einfache Zinsrechnung meist ganz unannehmbar ist, gab der Anschauung gegenüber, daß die Zinseszinsrechnung zu unpraktischen Ergebnissen führe, dazu Veranlassung, einen Mittelweg zwischen beiden einzuschlagen. Da die nach dem einen Verfahren berechnete Summe als zu hoch, die nach dem anderen als zu niedrig erschien, so schlugen die einen vor, das arithmetische Mittel aus beiden zu wählen; andere entschieden sich für das geometrische Mittel, während wieder andere nur einen Teil der Zinseszinsen angerechnet wissen wollten.

α) Die Rechnung nach arithmetisch-mittleren Zinsen, vorgeschlagen von Cotta 1818, bestimmt das arithmetische Mittel aus den Ergebnissen der einfachen und denjenigen der Zinseszinsrechnung. Ist das Anfangskapital k, so ist das Endkapital nach jener = $k(1 + n0{,}0p)$, nach dieser $= k\,1{,}0p^n$. Das arithmetische Mittel ist $k\,\frac{1{,}0p^n + 1 + n0{,}0p}{2}$. Aus diesem Endkapital erhalten wir aber keineswegs wieder auf dem Wege der Diskontierung das gleiche Anfangskapital. Durch Diskontierung würden wir finden:

$$\frac{k(1{,}0p^n + 1 + n0{,}0p)}{4}\left\{\frac{1}{1{,}0p^n} + \frac{1}{1 + n0{,}0p}\right\}$$

oder

$$\frac{k(1{,}0p^n + 1 + n0{,}0p)^2}{4 \,.\, 1{,}0p^n(1 + n0{,}0p)}.$$

Der Zähler des Bruches ist, wie leicht nachzuweisen, größer als der Nenner. Wir kommen demnach auf ein größeres Kapital als dasjenige war, von welchem wir ausgingen und zwar wird der Unterschied um so größer, je größer p und n. So wächst nach Cotta ein Kapital von 1000 Mk. zu 5% nach 100 Jahren auf 65 595 Mk. an. Diskontieren wir aber nun nach der Vorschrift Cottas dasselbe Kapital um 100 Jahre, so erhalten wir nicht 1000, sondern 5774 Mk. Einer 100 Jahre lang eingehenden jährlichen Rente von 1 Mk. entspricht nach Cotta heute ein Kapital von 27,55 Mk. Dieses Kapital ist nach 100 Jahren = 1807 Mk. Prolongieren wir aber die einzelnen Renten direkt, so erhalten wir nur 1490 Mk. So führt unser Rechnungsverfahren zu einem Wirrsal praktisch unlösbarer Widersprüche.

β) Die Rechnung nach geometrisch-mittleren Zinsen, zuerst vorgeschlagen durch einen sächsischen Oberförster Schramm, der unter dem Decknamen Mosheim schrieb, demnächst besonders verteidigt durch v. Gehren (Waldwertrechnung 1835), bestimmt das geometrische Mittel aus den Ergebnissen der einfachen und der Zinseszinsrechnung. Ein Kapital k wächst zu p% nach der letzteren an in n Jahren auf $k\,1{,}0\,p^n$, nach einfachen Zinsen auf $k(1 + n\,0{,}0\,p)$. Das geometrische Mittel hieraus ist $k\,\sqrt{(1 + n\,0{,}0\,p)\;1{,}0p^n}$. Diskontieren wir diesen Betrag nach dem gleichen Verfahren um n Jahre, so kommen wir, im Gegensatz zu der Rechnung nach arithmetisch-mittleren Zinsen, wiederum zum Anfangskapitale k. Dagegen erwachsen Verlegenheiten und Schwierigkeiten bei der Diskontierung und Prolongierung von Renten. Hier kommen wir zu ganz verschiedenen Ergebnissen, je nachdem wir die geometrischen Mittel aus den einzelnen Renten bilden und dieselben summieren oder die einzelnen Renten erst nach einfachen und Zinseszinsen summieren und dann aus diesen Ergebnissen das geometrische Mittel bilden. Die Frage, welches Verfahren einzuschlagen sei, kann ebenso, wie diejenige, ob das arithmetische oder das geometrische Mittel den Vorzug verdiene, nur auf dem Wege der Willkür entschieden werden.

γ) Bei der Rechnung nach beschränkten Zinseszinsen wird unterstellt, daß die Zinsen des Kapitals von der Zeit ihrer Fälligkeit ab zwar ebenfalls Zinsen, aber nur noch einfache Zinsen tragen. Ist der Zins des Kapitals 1 gleich z, so wächst das Kapital an nach

1 Jahr auf $1 + z$
2 Jahren $(1 + z)(1 + z) = 1 + 2z + z^2$
3 „ „ $(1 + 2z)(1 + z) + z^2 = 1 + 3z + (1 + 2)z^2$
4 „ „ $(1 + 3z)(1 + z) + (1 + 2)z^2 = 1 + 4z + (1 + 2 + 3)z^2$
. . . .
n „ „ $(1 + [n-1]z)(1+z) + (1+2+\ldots[n-2])z^2 = 1+nz+(1+2+\ldots[n-1])z^2$

oder, indem wir 0,0p für z setzen, auf:

$$1 + 0{,}0p\left(n + 0{,}0p\frac{n(n-1)}{2}\right).$$

Die Endwerte einer n Jahre lang laufenden jährlichen Rente würden nach dieser Formel sein:

$$1 + z + \frac{z^2}{2}(1^2 - 1)$$

$$1 + 2z + \frac{z^2}{2}(2^2 - 2)$$

$$1 + 3z + \frac{z^2}{2}(3^2 - 3)$$

. . . .

$$1 + nz + \frac{z^2}{2}(n^2 - n)$$

Die Summe derselben ist

$$= n + \frac{n(n+1)}{2}z + \frac{z^2}{2}\left\{\frac{(n+1)(2n+1)n}{6} - \frac{n(n+1)}{2}\right\}$$

$$= n\left(1 + \frac{n+1}{2}z\left\{1 + z\frac{n-1}{3}\right\}\right)$$

Der Gedanke, auf welchem diese Formeln aufgebaut sind, ist inkonsequent. Gibt man einmal zu, daß Zins vom Zins berechnet werden darf, so ist kein Grund vorhanden, hier eine Grenze zu ziehen, welche doch nur eine willkürliche sein kann. Abgesehen von den technischen Schwierigkeiten, welche mit der Handhabung der überaus schwerfälligen Formeln verknüpft sind, ist es auch bei der Rechnung nach beschränkten Zinseszinsen praktisch geradezu unmöglich, dieselbe in allen Fällen folgerichtig durchzuführen. Läßt sich der Zins vom Kapital nicht vollständig scheiden, so ist es noch viel schwieriger, immer zu bestimmen, ob es sich um einen Kapitalstamm, einen einfachen Zins, Zins vom Zins oder bereits um einen Zins von Zinseszinsen handelt. Selbst bei gegebenen Größen, deren Eigenschaft als Kapital und Zins von vornherein festgesetzt wurde, läuft man auch bei der größten Vorsicht immer Gefahr, bei Diskontierungen und Prolongierungen fortwährend aus der Rolle zu fallen. Führt bei einfachen Zinsen die Kapitalisierung von Zeitrenten leicht zu höheren Beträgen als die von ewigen Renten, so tritt dieser Uebelstand, wenngleich nicht in so ausgedehntem Maße, doch auch bei der Rechnung nach beschränkten Zinseszinsen ein.

Als Urheber der Rechnung nach diesen beschränkten Zinseszinsen wird der königl. preuß. Oberbaurat Eytelwein genannt, welcher dieselben für Ablösung von Bauholzberechtigungen in Preußen vorschlug, zu welchem Zweck sie dort noch gegenwärtig formell zu Recht bestehen. In die forstliche Literatur wurden sie durch Burkhardts Waldwertrechnung 1860 eingeführt.

Eine andere Art beschränkter Zinseszinsen wurde von Prof. Baur empfohlen[1]). Nach ihm soll ein Kapital nur eine gewisse Reihe von Jahren Zinseszinsen tragen, alsdann werden die aufgelaufenen Zinseszinsen als ertragslos angenommen und das ursprüngliche Kapital wieder auf eine gleiche Periode (etwa 40 Jahre) auf Zinseszinsen angelegt; demnächst folgt wieder Zurückziehung desselben und weitere Anlage des einfachen Kapitales in gleicher Weise usf. Es wird also angenommen, ein Kapital verliere nach Ablauf einer gewissen Zeit die Eigenschaft, daß seine seitherigen Zinseszinsen weitere Zinsen bringen könnten. Offenbar ist diese Annahme willkürlich und entfernt sich von der Wahrheit.

Die Verwirklichung des Baur'schen Prinzips ist so gedacht, daß für die erste Verzinsungsperiode der herrschende Zinsfuß sicherer Kapitalsanlagen angenommen wird, während für die folgenden Zeiträume ein fortgesetztes Fallen desselben eintreten soll. Eine derartige Rechnungsweise würde übrigens mit großen Schwierigkeiten behaftet sein und praktisch kaum auf etwas anderes hinauslaufen können, als auf ein Sinkenlassen der Zinsfüße mit zunehmender Umtriebszeit (vgl. § 13 und 14).

---

1) Baur, Handbuch der Waldwertrechnung 1886, S. 78.

2. Die Höhe des Zinsfußes.

§ 12. Aufgabe der Volkswirtschaftslehre ist es, das tatsächliche Vorkommen von Zinsanrechnungen zu erklären und zu begründen, die Ursachen zu besprechen, welche im allgemeinen auf die Höhe des Zinsfußes einen Einfluß ausüben, und theoretisch die Grenzen festzusetzen, innerhalb deren der Zinsfuß sich im allgemeinen bewegt. Die tatsächlichen Grenzen, insbesondere aber die wirkliche Höhe des Zinsfußes lassen sich nur an der Hand von Erhebungen aus dem praktischen Leben ermitteln. Die Waldwertrechnung hat sich an diese zu halten und im übrigen nur der Frage näher zu treten, ob auf Grund der Sätze der Volkswirtschaftslehre und der tatsächlichen Gestaltung der gesamten Wirtschafts- und Verkehrsverhältnisse eine Aenderung des Zinsfußes zu erwarten ist.

Nun ist der Zins ganz allgemein gleich der reinen Nutzung, welche aus einem Kapitale gezogen wird. Demgemäß sind von den wirklichen Eingängen, die durch Anwendung des Kapitales erzielt werden, zunächst alle erfolgten Aufwendungen und Kapitaleinbußen zu ersetzen. Was hiernach verbleibt, ist als Zins zu betrachten. In der einfachsten Form tritt derselbe bei der Verleihung auf, da bei derselben die Aufwendungen des Gläubigers verhältnismäßig gering sind und gewöhnlich auch leicht in bestimmter Größe verrechnet werden können. Schwierig ist dagegen oft die Bemessung des Zinses (Kapitalgewinn) bei der eigenen Kapitalanwendung, weil hier nicht immer brauchbare Durchschnittssätze zur Bezifferung der Kosten, insbesondere desjenigen Teiles derselben zu Gebote stehen, welche für Aufwand an körperlicher und geistiger Kraft zu verrechnen sind. In solchen Fällen wird gewöhnlich das umgekehrte Verfahren eingeschlagen: man ermittelt nicht den Zins durch Abzug aufgewandter Kosten, sondern man bestimmt einen erzielten Gewinn (Unternehmergewinn) durch Abrechnung von fest gegebenen Zinsen.

Ueber die Höhe der letzteren muß darum eine Vereinbarung getroffen werden. Man kommt so in der Waldwertrechnung zu dem Unterschiede zwischen diesem, nach gewissen, weiter unten dargelegten Anhaltspunkten festgesetzten Zinsfuße, dem Berechnungszinsfuße oder forstlichen Zinsfuße im engeren Sinne, welcher allen Kapitalisierungen, Prolongationen oder Diskontierungen zugrunde zu legen ist, und zwischen dem tatsächlichen Verzinsungsprozent der Forstwirtschaft, welches sich aus dem Verhältnis der wirklichen Wirtschaftsergebnisse zu den in Anspruch genommenen Kapitalien ergibt. Eine Auskunft über die Rentabilität der Forstwirtschaft im allgemeinen liefert zunächst weder das eine noch das andere. Denn die angenommene Höhe des ersteren wird vielleicht ebensosehr von derjenigen Verzinsungshöhe beeinflußt, welche man für die Forstwirtschaft unter Berücksichtigung der bei ihr obwaltenden besonderen Verhältnisse erstreben möchte, wie von der tatsächlichen Rentabilität derselben. Die objektive Rentabilität ist überdies sehr schwer in exakter Weise festzustellen. Denn das bei gegebenen forstlichen Betrieben erwirtschaftete Verzinsungsprozent ist nicht nur eine sehr schwankende, sondern auch meist den Charakter der Willkür tragende Größe, weil dem subjektiven Ermessen des Wirtschafters über die Höhe der Kapitalaufwendungen wie über die zulässige Stärke der Nutzungen ein beträchtlicher Spielraum gelassen ist.

Selbstverständlich muß das Bestreben obwalten, den Berechnungszinsfuß ebenso wie das tatsächliche Verzinsungsprozent mit der für gegebene allgemeinwirtschaftliche Bedingungen höchstmöglichen Verzinsungshöhe der Forstwirtschaft in Einklang zu bringen. Wenn zur Zeit jene beiden häufig noch weit auseinandergehen, so liegt dies wohl weniger an einer unrichtigen Wahl des gegenwärtig meist mit 2½ oder 3% angenommenen Berechnungszinsfußes, als vielmehr an dem Umstande, daß die meisten forstlichen Betriebe nicht auf die finanziell günstigste Wirtschaft abgestimmt sind, d. h. daß sie mit zu großem Kapitale arbeiten, Produkte erzeugen, deren Erlös die Herstellungskosten nicht voll deckt, oder daß sie aus Sorge um die Gefährdung der Nachhaltigkeit die ganze Leistungsfähigkeit des Waldes noch nicht ausnützen.

Je mehr indessen die Ueberzeugung durchdringen wird, daß das forstliche Gewerbe keine Ausnahmestellung in der Volkswirtschaft einnehmen dürfe, daß es, wie jedes andere, höchstmögliche Produktivität erstreben müsse, desto mehr wird sich das erwirtschaftete Verzinsungsprozent dem forstlichen Zinsfuße nähern. Die Gesichtspunkte aber, welche die Höhe des letzteren bedingen müssen, ergeben sich aus folgenden Betrachtungen.

a) Der Leihzins.

§ 13. α) Die Bestimmung des reinen Leihzinses. Aus den angeführten Gründen wäre der wirkliche Zins aus Verleihungen und aus solchen eigenen Kapitalanwendungen zu bestimmen, bei welchen die Vergütung für eigene Arbeit nach einem gegebenen Durchschnittssatz bemessen werden darf. In diesen Fällen werden Kapitalgewinn und reiner Leihzins im großen Durchschnitt einander nahe, oder wenn etwaige persönliche Annehmlichkeiten oder Unannehmlichkeiten ganz außer Betracht fallen, auch einander gleich kommen.

Bei der Verleihung ist zwischen dem vereinbarten („nominellen") und dem wirklich erzielten (reinen) Zins zu unterscheiden. Den Unterschied zwischen beiden bezeichnet man,

wenn er nach etwa vorhandenen Verlustgefahren bemessen wurde, als Gefahrprämie (Risikoprämie). Ist eine rechnungsmäßig angenommene Nutzung, die nach n Jahren zu erwarten ist, $=k$, während wirklich mk eingeht, und ist der beanspruchte reine Zins $=p\%$, so ist der verabredete Zins x so zu berechnen, daß

$$\frac{mk}{1{,}0p^n} = \frac{k}{1{,}0x^n}.$$

Wir können nun setzen $m = \left(1 - \frac{g}{100}\right)^n$ und erhalten demnach

$$1{,}0x^n\left(1 - \frac{g}{100}\right)^n = 1{,}0p^n \text{ oder}$$

$$\left(1 + \frac{x}{100}\right)\left(1 - \frac{g}{100}\right) = 1 + \frac{p}{100}, \text{ hieraus}$$

$$x - g - \frac{gx}{100} = p.$$

Ist g nicht groß, so können wir kurz setzen $x = p + g$. g ist die sog. Gefahrprämie. Zum gleichen Ergebnis kommen wir, wenn mehrere Nutzungen zu erwarten sind, oder wenn wir annehmen, daß von a ausgeliehenen Kapitalien $g\%$ verloren gehen. Dann müßte sein

$$ak\left(1 + \frac{p}{100}\right) = \left(1 - \frac{g}{100}\right)ak\left(1 + \frac{x}{100}\right) \text{ und } x = p + g.$$

Sind die wirklichen Nutzungen, z. B. bei eigener Kapitalanwendung, größer als die rechnungsmäßig angenommenen, so ist g negativ, d. h. wir können, wenn nur der übliche reine Zins in Vergleich gezogen wird, einen niedrigeren Zinssatz in der Rechnung unterstellen. Ist der Aufwand für Erstellung eines Hauses = k und wirft dasselbe eine dauernde reine jährliche Einnahme von n ab, so verzinst sich der wirkliche Aufwand zu $\frac{n\,100}{k}\%$. Das Haus selbst entspricht aber jetzt einem Kapitale $= \frac{n}{0{,}0p}$. Ist Hoffnung vorhanden, daß die Einnahme binnen kurzem um $g\%$ steigen wird, so ist das Kapital $= \frac{n\,1{,}0g}{0{,}0p}$. Wenn man die jetzige Einnahme der Rechnung zugrunde legt und dafür den Zinsfuß ändert, so ist letzterer zu setzen $= \frac{p}{1{,}0g}$.

Hiermit sind denn auch die Grundsätze angegeben, nach denen der in der Forstwirtschaft anzuwendende Zinsfuß zu bemessen ist. Derselbe ist gleich dem reinen Zins zu setzen, wie er für die Dauer anderweit bei Verleihungen, Ankauf von landwirtschaftlichem Gelände, Gebäuden etc. erzielt werden kann.

Zunächst wäre für die Bemessung der L e i h z i n s ins Auge zu fassen. Nun ist der Leihzins auch bei sicher angelegten Kapitalien nicht immer als reine Kapitalnutzung anzusehen. Von demselben kommen allenfalls noch Auslagen, dann Verluste, welche durch Verspätung des Zinseingangs, Kursschwankung, Rechtshilfe gegen den säumigen Schuldner u. dgl. erwachsen, in Abzug.

Mit Rücksicht hierauf hat man wohl vorgeschlagen, je nach der Höhe der Umtriebszeit einen verschiedenen Zinsfuß zu unterstellen. So heißt es in der Anleitung zur Waldwertrechnung, verfaßt vom kgl. preuß. Ministerialforstbureau (Berlin 1866) S. 3:

„Je länger ein Zeitraum, für welchen ein Kapital, ohne Unterbrechung und ohne daß die für die mit der Wiederanlegung des Kapitals und der Zinsen verbundenen Mühen, Kosten, Zeitverluste und zeitweise Zinsausfälle eintreten, werbend sicher angelegt wird, um so geringer kann der Zinsfuß sein. Es würde daher dieser Zinsfuß für Diskontierungen auf kurze Zeiträume höher anzunehmen sein, als für längere". Demgemäß werden vorgeschrieben für Umtriebszeiten von

30—40	Jahren	$3^1/_4\%$	10—14	Jahren	$4^1/_4\%$
26—33	„	$3^1/_2\%$	6—9	„	$4^1/_2\%$
15—19	„	4%	4—5	„	$4^3/_4\%$

Diese Zahlen sind auf eine bedeutende Ueberschätzung der Verluste zurückzuführen, welche mit dem Ausleihen verbunden sein können. Nehmen wir an, bei dem Verleihen der einzelnen Erträge gingen $q\%$ verloren, so daß also von einer Einnahme r, welche aus dem Walde wirklich gezogen wird, infolge nachherigen Ausleihens nur r (1—0,0q) verbleiben, sei ferner der normale Zinssatz 3%, so wird, wenn wir denselben bei einer Umlaufszeit von 5 Jahren auf $4^3/_4\%$ erhöhen, hierbei unterstellt, als ob von jeder Einnahme, welche wir verleihen, 40% verloren gehen. Und wenn wir bei einer Umlaufszeit von 30 Jahren den Zins von 3 auf $3{,}5\%$ erhöhen, so veranschlagen wir den Verlust auf rund 36%. In Wirklichkeit ist die Zwangslage, in die man durch den Eingang einer anderweit zu verwendenden Einnahme versetzt wird, bei weitem nicht von so schlimmen Folgen begleitet, als das preuß. Ministerialforstbureau s. z. angenommen hat. Unterstellen wir einen Verlust von 10%, so hätten wir statt 3% bei 5jähri-

gem Umschlage 3,31% und bei 40jährigem 3,19% zu setzen. Beziffert sich aber der Verlust auf nur 1%, so hätten wir das Prozent zu erhöhen von 3 auf 3,03 bezw. 3,02%. Wir kommen hier auf Unterschiede, welche praktisch ohne Bedeutung sind.

Nun ist es aber gar nicht notwendig, daß eingegangene Einnahmen verliehen werden. Man kann sie auch anderweitig für Zwecke des Haushalts, Bezahlung von Zinsen, Tilgung von Schulden u. dgl. verwenden. Und gerade in der Staatsverwaltung werden die ordentlichen Einnahmen, mögen sie nun aus der Niederwaldwirtschaft oder aus dem Hochwald herrühren, überhaupt nicht verliehen. Hiernach ist es gerechtfertigt, eine einmal wirklich erzielte Einnahme auch als voll zu verrechnen. Die Höhe der Umtriebszeit bedingt alsdann überhaupt keinen Unterschied mehr. Ist das bei Verleihungen bedungene Prozent $=q$, so müßte das Kapital k nach einem Jahre anwachsen auf $k\,1{,}0q$. Gehen aber nun m% verloren, so erhält man nur $k\left(1+\frac{q-m}{100}\right)$. Wiederholt sich dieser Vorgang Jahr für Jahr, so wächst das Kapital in u Jahren an auf $k\left(1+\frac{q-m}{100}\right)^u = k_1$ oder, indem wir $q-m=p$ setzen, auf $k\,1{,}0p^u = k_1$. Eine nach u Jahren eingehende Einnahme k_1 wäre demnach jetzt zu schätzen auf $\frac{k_1}{1{,}0p^u}$ und, wenn sie alle u Jahre wiederkehrt, auf $\frac{k_1}{1{,}0p^u-1}$. Der Zinsfuß p würde also, ganz unabhängig von u, um einen gleichbleibenden Betrag m zu vermindern sein. Jede einmal eingegangene Einnahme könnte fortan zu $q-m=p$% weiterwachsen. Zum gleichen Ergebnis gelangen wir bei der Unterstellung, daß periodische Verluste durch Zinsausfall, Schwierigkeit der Wiederverleihung u. dergl. erlitten werden. Demnach bietet der oben angeführte Grund keine Veranlassung, den Zinsfuß je nach der Höhe des Umtriebs verschieden zu bemessen[1]). Derselbe war wohl auch für die Vorschrift des genannten Ministerialforstbureaus bestimmend, nach welcher für Diskontierung aussetzender Renten ein Zinsfuß von 3%, für Kapitalisierung jährlicher Renten ein solcher von 5% angewandt werden sollte. Diese Vorschrift führt zu unlösbaren Widersprüchen. Für eine jährliche Rente würde wohl 33mal so viel zu entrichten sein, wie für eine solche, welche alle 33 Jahre einmal eingeht, trotzdem je die ersten 32 Einnahmen der jährlichen Rente frühzeitiger bezogen werden. Geht die aussetzende Rente noch öfter, etwa alle n Jahre ein, so ist für eine jährliche Rente von gleicher Höhe, welche in dieser Zeit n mal bezogen wird, weniger als der n fache Betrag des der aussetzenden Rente entsprechenden Kapitales zu entrichten. Eine alle 10 Jahre eingehende Rente von 1000 Mk. würde auf 2908 Mk. beziffert, eine jährliche Rente von 1000 Mk. würde dagegen einem Kapitale von nur 20 000 Mk. gleichgesetzt, also nur gleich dem 6,8fachen der aussetzenden Rente, trotzdem 10mal mehr jährliche als aussetzende Renten und zudem noch frühzeitiger als letztere bezogen werden. Ueberdies ist, wie bereits Heyer (S. 16) hervorgehoben hat, die Kapitalisierung von Renten, welche in der Zukunft zu erwarten sind, nichts anderes als eine Diskontierung. Die genannte einer rein theoretischen Erwägung entsprungene und doch zur praktischen Anwendung bestimmte Vorschrift ist demnach als unbegründet zu verwerfen.

Früher stand der Kurs der deutschen Staatsanleihen verhältnismäßig hoch. Im Jahre 1886 z. B. für 4% Anleihen im Durchschnitt etwa 105,50%. Hieraus berechnet sich ein Zins von 3,79%. Erfolgt nun die Einlösung später al pari, so erhält man für je 1055 nur 1000. Würde etwa die Einlösung nach n Jahren erfolgen und der inzwischen gezogene Zins mit gleichem Prozente wieder angelegt, so hätten wir

$$1055.\ 1{,}0x^n = 1000 + \frac{40}{0{,}0x}(1{,}0x^n - 1).$$

Für $n=10$ berechnet sich x auf 3,3%, für $n=15$ stellt sich x auf 3,5%. Die genannten Anlehen bieten für den Gläubiger zureichende Sicherheit, zumal wenn er sich durch Eintragung im Staatsschuldbuch („Vinkulierung") gegen etwaige Verluste, durch Feuer, Verlieren etc. schützt. Deswegen könnte, soweit nur die Sicherheit zu beachten ist, auch der Zins, den jene Anlehen abwerfen, in Anwendung kommen.

Eine andere Frage ist es, ob dieser Zins auch für die Dauer seine jetzige Höhe behaupten wird. Die gewöhnliche Anschauung geht dahin, daß er im Laufe der Zeit noch weiter sinken werde. Man stützt sich hierbei auf bekannte Aussprüche von Vertretern der Volkswirtschaftslehre, nach denen der Zins das Bestreben aufweise, mit steigender Kultur sich zu vermindern. Allerdings ist die Wahrscheinlichkeit größer für diese als für eine gegenteilige Annahme. Es würde kein Grund vorliegen, wenn auch der Zins vorübergehend wieder steigen sollte, für auf lange Zeiträume sich erstreckende Rechnungen einen höheren Zinsfuß zu unterstellen. Wie weit freilich der Zinsfuß, wenn wir auch eine Ermäßigung als wahrscheinlich voraussetzen dürfen, noch weiterhin sinken wird, dies läßt sich ebensowenig mit Bestimmtheit voraussagen, wie wir etwa wissen, mit welchen Schwankungen er sich ändert. Eine Erniedrigung bis auf

---

1) Vgl. hierüber den Aufsatz von S. Eisele in der Allg. Forst- und Jagdzeitung von 1886, S. 8 ff.

0% ist praktisch unmöglich, aber auch sehr niedrige Zinssätze von ½, ¾, 1% etc. dürfen wir schon von der Betrachtung ausschließen. Im allgemeinen möchten wohl gegen einen Satz von rund 3% kaum Bedenken erhoben werden. Die Ermäßigung ist nicht zu stark gegenüber der jetzigen wirklichen sicheren Verzinsung und eine hohe Erniedrigung bedürfte schon einer eingehenderen Begründung, als der durch den oben erwähnten allgemein gehaltenen volkswirtschaftlichen Lehrsatz.

Ein zutreffendes Urteil über das tatsächliche Verhalten des landesüblichen Zinsfußes läßt sich nur für den Durchschnitt langer Zeiträume und unter Berücksichtigung des gesamten Geldverkehrs gewinnen. Die Verzinsungshöhe einzelner Ausleihearten gibt kein sicheres Bild, wie denn z. B. die Verzinsung der deutschen Staatsanleihen seit dem Erscheinen der ersten Auflage dieses Buches eine steigende Richtung verfolgte. (4% Reichsanleihe im Januar 1912 etwa 101,5%), obwohl man für diesen Zeitraum im allgemeinen eher die Meinung von einer weiter fallenden Tendenz des Zinsfußes bestätigt finden kann.

Man hat auch vorgeschlagen, weil der Zinsfuß im Laufe der Zeit sinke, für höhere Umtriebszeiten einen geringeren Zinssatz zu unterstellen, als für niedrigere. Würde der Zinsfuß zurzeit auf p_1 stehen und dann je nach Verlauf von n Jahren sich beziffern auf p_2, p_3, $p_4 \ldots$%, so würde ein Kapital k nach n Jahren anwachsen auf $k\,1{,}0p_1^n = k_1$. Nach weiteren n Jahren hätten wir $k_2 = k_1\ 1{,}0\,p_2^n = k\ 1{,}0p_1^n \cdot 1{,}0p_2^n$, nach 4 n Jahren $k_4 = k\ 1{,}0p_1^n \cdot 1{,}0p_2^n \cdot 1{,}0p_3^n \cdot 1\ 0p_4^n$. Würde der Zinsfuß, wenn er die Höhe p_4 erreicht hat, fortan dieselbe behaupten, so würde eine alle n Jahre eingehende Rente r zu veranschlagen sein auf

$$k = \frac{r}{1{,}0p_1^n} + \frac{r}{1{,}0p_1^n\,1{,}0p_2^n} + \frac{r1{,}0p_4^n}{(1{,}0p_4^n - 1)\,1{,}0p_1\,1{,}0p_2^n\,1{,}0p_3^n}$$

Geht die Rente alle 2 n Jahre ein, so ist sie zu veranschlagen auf

$$k_1 = \frac{r}{1{,}0p_1^n\,1{,}0p_2^n} + \frac{r1{,}0p_4^n}{(1{,}0p_4^{2n} - 1)\,1{,}0p_1^n\,1{,}0p_2^n\,1{,}0p_3^n}$$

Setzt man nun $k = \frac{r}{1\ 0x^n - 1}$ und $k_1 = \frac{r}{1{,}0y^{2n} - 1}$, so können die Prozente x und y berechnet werden, welche als gleichbleibend je für die höhere und niedere Umtriebszeit unterstellt werden können.

x berechnet sich höher als y. Würde nun aber der Zinsfuß in der nächsten Zukunft fallen, dann wieder für einige Zeit steigen, um erst in einer ferneren Zukunft zu sinken, so könnte umgekehrt y größer als x werden. Darüber, wie der Zinsfuß sich wirklich ändern wird, läßt sich nichts Bestimmtes aussagen. Wir könnten nur ein durchschnittliches stetiges Sinken unterstellen. Nehmen wir an, der Zinssatz stehe jetzt auf 3,5%, er sei je nach 16 Jahren: 3,3, 3,0, 2,8, 2,5 und erhalte sich dauernd auf dieser Höhe, so würde sich berechnen für eine Umtriebszeit

von	16	Jahren	3,16%
„	80	„	2,96 „
„	112	„	2,85 „

Würde dagegen der Zinsfuß je nach 16 Jahren sinken von 3,5 auf 3,0, 2,5, 2,0, 1,5%, so erhielten wir für die 16jährige Umtriebszeit 2,79, für die 80jährige 2,28%. Um auf nennenswerte Unterschiede zu kommen, müssen wir schon ein starkes stetiges Fallen des Zinsfußes unterstellen, ohne gerade hierfür eine zureichende Begründung zur Hand zu haben. Bei einem langsameren Fallen aber handelt es sich um Bruchteile, welche praktisch ohne Bedeutung sind. Es empfiehlt sich daher, ganz unabhängig von der Höhe der Umtriebszeit immer den gleichen Zinsfuß zu unterstellen, und zwar dürfte derselbe wegen des wahrscheinlichen zukünftigen Sinkens doch wohl nur um einen Bruchteil ermäßigt werden. Setzen wir letzteren gleich 0,5, so dürfte er wohl schon hoch genug bemessen sein. Wir kämen alsdann, wenn wir von den obigen Ergebnissen deutscher Anlehen ausgehen, auf einen Satz, welcher von 3% nicht wesentlich abweicht.

Die neueren Schriftsteller verhalten sich auch mit wenigen Ausnahmen (Martin, Nossek) ablehnend gegen die Annahme wechselnder Zinsfüße je nach Holzart oder Umtriebszeit. Ein solches Verfahren hat zwar den Erfolg, an sich unrentable Betriebsweisen im Lichte wirtschaftlicher Zulässigkeit erscheinen zu lassen, es entbehrt aber der logischen Konsequenz und beraubt uns der Möglichkeit, verschiedene Wirtschaftsverfahren gegen einander abwägen zu können. Eine unkonsequente Rechnungsmethode wird aber darum nicht richtiger, weil sie gelegentlich praktisch brauchbarere Resultate liefern kann. Mit letzterer Tatsache kann man nicht die Richtigkeit der Annahme wechselnder Zinsfüße, sondern höchstens die schon aus anderen Gründen sich ergebende Notwendigkeit eines *überhaupt niedrigen* forstlichen Zinsfußes beweisen.

In anderen Ländern, z. B. Oesterreich, ist freilich der nominelle Zinssatz höher als in Deutschland. Doch umschließt derselbe hier auch eine höhere Gefahrprämie, er würde nicht voll in Anrechnung kommen. Aber noch ein weiterer Grund würde dagegen sprechen, in diesen Ländern, insbesondere in den dem Verkehre noch weniger erschlossenen Teilen derselben mit ihren derzeitigen niedrigen Holzpreisen den Zinssatz der Leihkapitalien ohne weiteres bei Waldwertrechnungen zu unterstellen.

§ 14. β) Die Anwendung des Leihzinses für Zwecke der Waldwertrechnung. Können wir die wirklichen Erträge und Kosten der Gegenwart und Zukunft in unsere Rechnungen einführen, so haben wir, sofern nicht noch anderweite Aufgaben der Waldwirtschaft erfüllt werden sollen oder persönliche Zwecke zu berücksichtigen sind, einfach den reinen Leihzins zu wählen. Rechnen wir jedoch mit den heutigen Erträgen und Kosten und zwar mit der Annahme, daß dieselben immer die gleichen bleiben, während sie sich in Wirklichkeit ändern werden [1]), so müßte der Fehler durch entsprechende Erhöhung oder Erniedrigung des Zinsfußes ausgeglichen werden.

1. Die Naturalerträge. Zunächst können die Naturalerträge andere sein als die angenommenen. Dieselben können infolge des Eintritts von Elementarereignissen (Feuer etc.) oder Frevel geringer ausfallen. Der Zinsfuß wäre alsdann entsprechend zu erhöhen. Ist die unterstellte Einnahme = 1, die wirkliche q, so müßte, wenn dieselbe alle n Jahre eingeht und der normale Zinsfuß = 3% ist, gesetzt werden $\frac{1}{1{,}0x^n - 1} = \frac{q}{1{,}0p^n - 1}$. Hieraus ergibt sich z. B.

für q = 0,9 und n = 16 . . . x = 3,26 oder für q = 0,5 und n = 16 . . . x = 5,08
n = 100 . . . x = 3,20 n = 100 . . . x = 3,69

Bei diesen Beispielen wurde angenommen, es gehe durch die Gefahr jeweilig 10—50% verloren. In Wirklichkeit ist jedoch die Gefährdung der Wälder bei weitem nicht so hoch. So war der Brandschaden in den kgl. bayr. Staatswaldungen in der Zeit 1877—81 nur 0,2‰. Ziemlich die gleiche Höhe erreichte er in den preußischen Staatswaldungen und hat sich seitdem auf dem gleichen Durchschnitte erhalten, 1908 z. B. 0,19‰. Nimmt man den 10fachen Betrag an, also 0,2%, der aber z. B. für Preußen auch in dem ganz ungewöhnlich brandschadenreichen Jahre 1911 mit 1,6‰ noch nicht einmal erreicht worden ist, so wäre bei 16jähriger Umtriebszeit das Prozent von 3 auf 3,05, bei 100jähriger von 3 auf 3,02 zu erhöhen. Hiernach kann man wohl sagen, daß die dem Walde drohenden Gefahren, auch wenn sie nicht zu niedrig veranschlagt werden, im Prozente praktisch überhaupt nicht mehr zum Ausdruck gebracht werden können. Sobald übrigens einmal die Statistik solcher Gefahren genügend bearbeitet ist und der Grad der Gefährdung je nach Holz- und Betriebsart, Holzalter, Oertlichkeit etc. in Prozenten des Ertrages beziffert werden kann, ist es zu empfehlen, die aus derselben wahrscheinlich erwachsenden Verluste, soweit sie noch nicht in den anzuwendenden Ertragstafeln berücksichtigt werden konnten, von den Erträgen in Abzug zu bringen, statt den Zinsfuß zu erhöhen.

Ferner können die Naturalerträge steigen, indem Verkehrsentwickelung, Beseitigung oder Regelung von auf dem Walde lastenden Berechtigungen, Vorkehrungen gegen Gefahren etc. eine sorgsamere Pflege und Ausnutzung, Einführung eines besseren Wirtschaftssystems, Verwertung seither unbenutzter Nebennutzungen etc. gestatten. Solche Ertragserhöhungen sind in den letzten Jahrzehnten fast in allen deutschen Waldungen eingetreten. So berechne ich nach der Methode der kleinsten Quadrate für die preußischen Staatswaldungen des Besitzstandes von 1866 eine konstante jährliche Zunahme der durchschnittlichen Nutzung von einem Hektar von 0,032 fm. in den Jahren 1830—1880. Im Durchschnitt der Jahre 1830—40 wurden gewonnen 1,88 fm., im Jahre 1880 wurden erzielt 3,36 fm., in den Jahren 1905/09 durchschnittlich 4,37 fm. Für die bayer. Staatswaldungen finde ich in der Zeit 1829—80 eine konstante Mehrung von 0,028 fm. (1819—25: 2,96; 1881: 4,03 fm.; 1905/9 durchschnittlich 4,55 fm.), für Württemberg in der Zeit 1823—83 eine jährliche Erhöhung um 0,031 fm. (1823—32: 2,72; 1883: 4,27 fm.; 1905/9 durchschnittlich 7,09 fm.), für Sachsen in der Zeit 1850—80 eine Zunahme von 0,08 fm. (1850—59: 4,73 fm. und 1880: 6,56 fm.), eine weitere Steigerung ist seitdem in diesem Lande nicht mehr zu verzeichnen, 1905/9 durchschnittlich 6,20 fm. Baden allein weist von den mir vorliegenden Fällen einen Rückgang um jährlich 0,025 fm. auf (1850—59: 5,08; 1860—69: 4,65; 1870—79: 4,59 fm.). Diese Zahlen sind aber wegen ungleicher Einrechnung von Brennholz u. a. m. nicht vergleichsfähig. Seit dem Jahre 1878, für welches die statistischen Nachweisungen zum ersten Male in der noch gegenwärtig eingehaltenen Form erschienen, zeigt sich bis 1909 ein ziemlich regelmäßiges Ansteigen der Gesamtnutzung von 4,29 fm. auf 7,0 fm. pro Hektar. Der Mehreinschlag ist nur zum kleineren Teil der Aufforstung von Blößen und Oeden zu verdanken; auch läßt er sich nicht allein, wenigstens nicht überall durch eine Aufzehrung von Vorratsüberschüssen erklären. Eine solche hat wohl zeitweise mitgewirkt, doch nicht in einer langen Reihe von über 5 Jahrzehnten wie in Preußen. Im übrigen aber ist wohl vielfach gerade durch Herabsetzung der Umtriebszeit die Ergiebigkeit des Waldes nur gesteigert worden, indem man sich dem Zeitpunkt näherte, in welchem der Durchschnittszuwachs seinen höchsten Betrag erreicht. Dazu kamen Ablösungen von Berechtigungen, Uebergang zu intensiverer Wirtschaft und zu ertragsreicheren Holzarten (Nadelholz statt Laubholz), ferner die Steigerung der Durchforstungserträge und insbesondere noch der Umstand, daß unser heutiges Transportwesen viele Waldungen dem Verkehre mehr erschlossen hat und vieles Holz dem Verbrauche zuführte, welches früher nicht genutzt werden konnte. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß Besserung und Mehrung der Transportmittel

1) Vergl. Dieterich, Die Elemente der Wertsmehrung in der Waldwirtschaft. Tübingen 1911.

(Sekundärbahnen, Waldeisenbahnen, Waldwege etc.), Fortschritte der forstlichen Technik und vervollkommnete Ausnutzung in vielen Waldungen auch noch weitere Erhöhung der Holzgewinnung bringen werden, wenngleich man auch in einzelnen Ländern z. B. Sachsen, der oberen Grenze der nachhaltig möglichen Materialnutzung ziemlich nahe gekommen zu sein scheint.

Auch das Nutzholzprozent (vom Derbholz) ist heute höher wie früher. Die preußischen Staatswaldungen weisen in der Zeit 1830—80 (seit 1868 mit Einschluß der Waldungen der neuen Provinzen) eine konstante jährliche Zunahme von 0,2 auf (1830—39: 20,8%; 1880: 29,0%); (1899: 58,6%; 1910: 67%); die bayerischen in den Jahren 1819—81 von 0,42 (1819 bis 1825: 15% und 1881: 36%); (1898: 50%; 1908: 54,7%); die württembergischen in der Zeit 1855—81 von 0,53 (1855—60: 26% und 1881: 43,6%); (1898: 55,5%; 1909: 61,3%); die badischen in den Jahren 1850—91 von 0,65 (1850—59: 25% und 1881: 38%); (1898: 40%; 1909: 49,0%) und die sächsischen in der gleichen Zeit von 1,02 (1850—59: 42% und 1881: 75%); (1899: 81%; 1909: 84%).

Nun gibt freilich das Nutzholzprozent, wie es von der Verwaltung aufgezeichnet wird, keinen scharfen Ausdruck für die wirkliche Verwendung; doch bietet es immerhin einen Anhalt, um ein Urteil über Verbesserungen in der Ausnutzung und Verwertung zu gewinnen. In der Zukunft dürfen wir wohl in dem größten Teile der deutschen Waldungen noch einer weiteren Erhöhung des Nutzholzprozentes entgegensehen. Schon die Verminderung des Brennholzverbrauchs drängt darauf hin. Auf der anderen Seite aber bietet sich für zunehmende Verwendung von Nutzholz, insbesondere von schwächeren Sortimenten, die früher nur Brennholz lieferten, ein mit der Verkehrsentwicklung und Umgestaltung der Technik wachsender Spielraum.

§ 15. 2. Die Preise. Wichtiger als die Unterscheidung zwischen Nutz- und Brennholz ist für unsere Zwecke die Preisgestaltung, zumal Holzgattungen, welche früher als Brennholz verkauft wurden und in einigen Verwaltungen auch heute noch als solches verrechnet werden, als Rohstoff in der Industrie Verwendung finden (Holzschleifereien).

In denjenigen Fällen, in welchen seither zureichende Beobachtungen angestellt worden sind, bilden Preiserniedrigungen, die eine lange Reihe von Jahren hindurch anhielten, eine verhältnismäßig seltene Ausnahme. Solche Ausnahmen aber sind meist, wenn nicht ausschließlich, insofern zweifelhafter Natur, als sie Folge von falschen Berechnungen sind oder auch daher rühren, daß die höheren Preise der früheren Zeit für ungleich wertvollere Güter, wie stärkere Sortimente etc. gelten als die der späteren. Diese Tatsache hat dazu Veranlassung gegeben, daß man bei wissenschaftlichen und praktischen Arbeiten vorzüglich nur Preissteigerungen im Auge hatte.

Solche Preiserhöhungen können nun in zweifacher Weise berücksichtigt werden. Einmal können die zukünftigen höheren Preise mit einem geforderten Zinsfuß auf die Jetztzeit bezogen werden. Nehmen wir an, der Preis steige von Jahr zu Jahr um t% und er sei gegenwärtig = 1, so wird er sein nach n Jahren $1{,}0t^n$, nach 2n Jahren $= 1{,}0t^{2n}$ etc. Handelt es sich um eine unendliche Preisreihe und ist der geforderte Zinsfuß = p, so ist die Summe aller auf die Gegenwart bezogenen Preise =

$$\frac{1{,}0t^n}{1{,}0p^n} + \frac{1{,}0t^{2n}}{1{,}0p^{2n}} + \frac{1{,}0t^{3n}}{1{,}0p^{3n}} + \dots$$

Wir dürfen hier ohne weiteres annehmen, daß $p > t$. Unsere Summe ist alsdann =

$$\frac{1{,}0t^n}{1{,}0p^n - 1{,}0t^n}.$$

Nun kann der Preis natürlich nicht unaufhörlich um t% steigen; er müßte dann, wenn auch t noch so klein, schließlich $= \infty$ werden. Für unsere Rechnung genügt es jedoch, wenn die Steigerung nur eine längere Reihe von Jahren hindurch anhält, da wir dann praktisch zum gleichen Ergebnis gelangen, wie bei Betrachtung der obigen einfacheren Formel. Würde, wie dies ja auch der Wirklichkeit entspricht, der Preis nicht von Jahr zu Jahr um einen gleich hohen Prozentsatz wachsen, sondern mit Schwankungen sich im Laufe der Zeit erhöhen, so ließe sich doch die ganze Reihe in die obige Form umwandeln, indem ein durchschnittliches Zunahmeprozent nach dem unten angedeuteten Verfahren berechnet wird.

Statt nun die Preise der Zukunft in die Rechnung einzustellen, kann man auch die der Gegenwart benutzen und dafür den angenommenen Zinsfuß um einen solchen Betrag etwa von p auf p_1 ermäßigen, daß die Summen beider Reihen einander gleich bleiben. Es müßte dann

$$\frac{1{,}0t^n}{1{,}0p^n - 1{,}0t^n} = \frac{1}{\frac{1{,}0p^n}{1{,}0t^n} - 1} = \frac{1}{1{,}0p_1^n - 1}.$$

Hieraus ergibt sich $\frac{1{,}0p^n}{1{,}0t^n} = 1{,}0p_1^n$

und $1{,}0p = 1{,}0t \, . \, 1{,}0p_1$ oder

$$1 + \frac{p}{100} = 1 + \frac{t}{100} + \frac{p_1}{100} + \frac{p_1 t}{100 \, . \, 100} \text{ und}$$

$$p - t = p_1 + \frac{p_1 t}{100},$$

$\frac{p_1 t}{100}$ darf als verhältnismäßig sehr klein vernachlässigt werden und wir können kurz setzen:

$$p_1 = p - t.$$

Wenn also Preissteigerungen mit Bestimmtheit zu erwarten sind oder als genügend wahrscheinlich angenommen werden dürfen, und wenn wir diese Preiserhöhungen in der beschriebenen Weise in einem Prozente ausdrücken, so ziehen wir dieses Prozent einfach von demjenigen ab, zu welchem die in der Wirtschaft angelegten Kapitalien sich verzinsen sollen, und rechnen alsdann mit den Preisen der Gegenwart.

Die Holzpreise haben in den letzten Jahrzehnten im ganzen die Neigung zum Steigen aufgewiesen. Diese Steigerung betrug z. B. durchschnittlich jährlich in den Staatswaldungen von

	Preußen	Bayern	Württemberg	Sachsen	Baden
im Zeitraum 1850/80 [1])	1,4 %	2,9 %	1,8 %	2,0 %	2,6 %
„ „ 1880/1910	1,22%	2,48%	1,59%	0,50%	1,04%

§ 16. 3. **Die Reinerträge.** Dieser Zunahme der Naturalerträge und der Preise steht allerdings auch eine Erhöhung des Kostenaufwandes infolge höherer Löhne und intensiveren Betriebes gegenüber. Da aber die Kosten nur etwa 30—50% des Rohertrages ausmachen, so muß schon eine sehr erhebliche Vermehrung derselben stattfinden, wenn der Reinertrag stillstehen oder gar fallen soll. In Wirklichkeit ist daher auch überall eine bemerkenswerte Steigerung der Reinerträge festzustellen. Dieselben erhöhten sich durchschnittlich jährlich [1]) bei den Staatswaldungen in Preußen 1830/80 um 3%, in Bayern 1850/80 um 3,1%, in Württemberg 1853/83 um 1,3%, in Sachsen 1850/80 um 3% und in Baden 1850/80 um 2,4%. Dabei hat sich diese Steigerung bis in die neueste Zeit fortgesetzt, denn es betrugen im fünfjährigen Durchschnitte die Waldreinerträge pro Hektar

in	Preußen	Bayern	Württemberg	Sachsen	Baden
1880/84	9,5 M.	11,7 M.	24,8 M.	42,1 M.	23,4 M.
1905/09	23,5 „	26,7 „	66,4 „	53,6 „	50,0 „
Jährliche Steigerung	3,69%	3,36%	4,02%	0,97%	3,08%

Diese Erhöhungen geben zunächst eine Rechtfertigung dafür, daß man seither für Waldwertrechnungen einen niedrigeren Zinsfuß als den „landesüblichen" anzuwenden empfohlen hat. Ob und welche Steigerungen von Preis und Reinertrag in Zukunft zu erwarten sind, dies läßt sich selbstverständlich nicht mit Gewißheit vorhersagen. Doch dürfen wir eine Erhöhung als sehr wahrscheinlich betrachten. Ist Deutschland bei pfleglicher Forstwirtschaft darauf bedacht, daß es marktgängiges Holz zu liefern vermag, so wird es auch dafür im Inland und im Ausland Käufer finden. Man darf wohl mit gutem Grunde annehmen, daß die Einfuhr aus jenen Ländern, welche uns heute mit Holz versorgen, in Zukunft infolge der Steigerung des eigenen Bedarfs, Erhöhung des Absatzes nach anderen Gebieten, teils wohl auch von Rodungen und von Aufzehrung der aus der Vergangenheit überkommenen Altholzvorräte sich mindern wird. Auf der anderen Seite wird in den Ländern, welche ihren Bedarf nicht durch eigene Erzeugung zu decken in der Lage sind, die Nachfrage nach Holz voraussichtlich wachsen. Insbesondere ist es nicht unwahrscheinlich, daß Nordamerika mit seiner gewaltig steigenden Bevölkerung dereinst als schätzbarer Abnehmer für deutsches Holz und deutsche Holzware auftreten wird.

Aus diesen Gründen ist es gerade vom finanziellen Standpunkte aus durchaus nicht ungerechtfertigt, wenn auch fortan mit einem niedrigen Zinssatze in der Forstwirtschaft gerechnet wird, wenn wir durch eine größere Intensität die Erträge zu steigern suchen und uns bemühen, stärkere Hölzer für eine wahrscheinliche zukünftige bessere Verwertung zu erhalten.

Dürfen wir annehmen, es steige der Preis, bezw. der Reinertrag in der Art, daß nach 70 Jahren die doppelte Höhe erreicht sei, und es sei der Zins = 3,5%, so hätten wir, wenn

---

1) Vgl. Lehr, Beiträge zur Statistik der Preise etc. Frankfurt a. M. 1885. In dieser Schrift wurden die Prozente ermittelt, um welche durchschnittlich während eines bestimmten Zeitraums Preise und Erträge (Reinerträge) sich geändert haben. Für diesen Zweck wurde die Methode der kleinsten Quadrate angewandt. Da die Gleichung der Kurve $y = ab$ nicht direkt berechnet werden kann, so wurde dieselbe auf dem Wege der Näherung bestimmt. Zunächst wurde die Gleichung der geraden Linie ermittelt, für welche die Summe der Fehlerquadrate ein Minimum ist, dann an der Hand derselben eine Näherungsgleichung $y = a_1, b_1^x$ festgestellt und hierauf für diese die nötigen Verbesserungen von a_1 und b_1 berechnet. Dies Verfahren ist mühsam, doch ist es nicht zu umgehen, wenn wir uns vor bedenklichen Fehlern sicherstellen wollen. (Die Prozentsätze für den Zeitraum 1880/1910 sind trotzdem nur logarithmisch nach der genauen Zinseszinsformel berechnet, weil die Resultate innerhalb der bei jener Methode erreichbaren Fehlergrenze liegen dürften und die Methode der kleinsten Quadrate einen ganz unverhältnismäßigen Zeitaufwand bedingt. So ergab z. B. die zur Probe vorgenommene Berechnung der prozentischen Steigerung der Reinerträge für Württemberg nach der Methode der kleinsten Quadrate 4,22% mit einer Fehlergrenze von $\pm$ 0,24 gegen 4,02% nach der Zinseszinsformel und beanspruchte, vorgenommen durch einen in dieser Rechnung geübten Mathematiker unter Benutzung einer Rechenmaschine, nicht weniger als volle 20 Stunden Arbeitszeit. Müller.)

der Preis nun dauernd die gleiche Höhe behauptet, bei Unterstellung einer 70jährigen Umtriebszeit zu setzen:

$$\frac{1}{1{,}0x^{70} - 1} = \frac{2}{1{,}035^{70} - 1},$$

woraus sich ergibt $x = 2{,}6\%$.

Wäre die Preissteigerung eine weiterhin anhaltende, so berechnet sich x auf 2,5%. Würde der Preis nach 70 Jahren auf dem 1,4fachen des heutigen stehen, also jährlich um 0,5% steigen, so hätten wir mit 3% statt mit 3,5% zu rechnen.

Nun sind die Aussichten auf Erhöhung des Reinertrages nicht überall die gleichen. In Bezirken mit noch wenig entwickeltem Verkehre sind sie günstiger als da, wo die Holzpreise bereits einen hohen Stand erlangt haben und die Waldwirtschaft eine intensivere geworden ist. Kann man sich dort mit einem recht mäßigen Prozente bescheiden, so wird man hier kaum unter 3% heruntergehen.

Eine Formel, mit Hilfe deren in bequemer Weise der Betrag ermittelt werden könnte, um welchen überall der Zinssatz zu ändern wäre, gibt es freilich ebensowenig, als eine solche in den übrigen Zweigen der menschlichen Wirtschaft zur Verfügung steht, in welchen ja auch für eine nähere oder entferntere Zukunft gesorgt werden muß. Wie hier das jedenfalls dem blinden Tasten oder der willkürlichen Entscheidung vorzuziehende gutachtliche Ermessen Platz zu greifen hat, so auch in der Forstwirtschaft, in welcher sich die Praxis überdies an dasselbe hinreichend gewöhnen konnte und auch gewöhnen mußte. Denn auch die seitherige Forstwirtschaft ist, soweit sie nicht in bequemer Weise am Herkömmlichen festhielt, spekulativer Natur gewesen, wie denn in der Tat auch die heutigen Forstverwaltungen sich mit echt finanziellen Rechnungen befassen, wo solchen keine Schranken im Wege stehen. Allerdings kann die in unserem Wirtschaftsleben einmal unvermeidliche Spekulation keinen Anspruch darauf erheben, immer das Richtige zu treffen. Irrungen sind selbst bei gründlicher Kenntnis der Technik, der Absatz- und Marktverhältnisse immer möglich. Doch werden Fehler nur durch möglichst sachgemäße Erwägungen, nicht aber dadurch vermieden, daß man von aller Spekulation absieht. Selbst eine schablonenmäßige Vorschrift, welche etwa dahin geht, in Waldungen mit günstigen Preisen und vorteilhafter Lage mit 3%, in anderen, deren Absatz nach menschlichem Ermessen in Zukunft einer Besserung entgegensehen darf, mit $2\frac{1}{2}$ oder 2% zu rechnen, wäre einer Verzichtleistung auf alles Rechnen denn doch entschieden vorzuziehen.

Im übrigen dürfte die Annahme von Preis- und Reinertragserhöhungen, wie sie oben unterstellt wurden, wohl nicht Gefahr laufen, in den Bereich kühner Einbildungskraft verwiesen zu werden, und es ist deshalb wohl die Forderung gerechtfertigt, daß im großen Ganzen für Waldwertrechnungen ein geringerer Zinssatz als 3% unterstellt werde. Jedenfalls aber liegt keine Veranlassung vor, mit einem höheren Prozente zu rechnen.

Mit welchem Zinsfuß später einmal zu rechnen ist, wenn weitere Rentensteigerungen als unwahrscheinlich bezeichnet werden können, bedarf als unpraktische Frage keiner näheren Erörterung. Unzweifelhaft werden die Preisverhältnisse einer späteren Zukunft (Preise von starken und schwachen Hölzern, verschiedener Holzarten) andere sein, als die der Gegenwart. Und die Unterschiede können praktisch recht gut derart sein, daß, auch wenn keine Steigerungen mehr zu erwarten sind, bei Anwendung des dann gültigen Zinsfußes allen Anforderungen der Nachfrage zur Genüge und auch mit hinreichendem Vorteil entsprochen werden kann.

§ 17. 4. Der Preis des Geldes. So bliebe nur noch zu erwägen, ob die Steigerungen des Holzpreises nicht durch ein Sinken des Preises der Edelmetalle ganz oder zum Teil aufgewogen werden. Daß der Preis von Gold, bezw. von Gold und Silber sich ändern kann und auch im Laufe der geschichtlichen Entwickelung mehrfach Aenderungen aufzuweisen gehabt hat, ist nicht in Abrede zu stellen. Dagegen fehlen bis jetzt genügende Grundlagen, um diese Aenderungen der Vergangenheit überhaupt zu ermitteln. Doch darf man wohl sagen, daß dieselben bis jetzt vielfach bedeutend überschätzt worden sind, indem nur die Preise einzelner Güterarten in Rechnung gezogen wurden und zwar gerade solcher, bei denen wirkliche Preissteigerungen eingetreten waren [1]). Es handelt sich, sofern ein Sinken wirklich stattgefunden hat, wahrscheinlich nur um einen sehr bescheidenen Prozentsatz der jährlichen Erniedrigung. Ob ein solches Sinken auch in Zukunft statthaben wird, dafür können mehr als wenig begründete Vermutungen nicht beigebracht werden. Sollte aber wirklich der Metallpreis in dem Maße wie seither auch weiterhin sinken, so darf diese Aenderung wohl vorläufig noch ohne Fehler praktisch außer acht bleiben.

§ 18. 5. Anderweite Gründe für Veränderung des in der Forstwirtschaft anzuwendenden Zinsfußes. Außer den erwähnten können noch andere Gründe, insbesondere auch solche persönlicher und moralischer Natur Veranlassung geben, sich mit einer mäßigen Ver-

---

1) Meist hat man sich bei seinen Schätzungen auf ein mehr oder weniger unbestimmtes Gefühl verlassen. Auch genauere Rechnungen, die man angestellt hat, sind, weil man ein falsches Verfahren eingeschlagen hat, oder weil man nur lückiges Material benutzte, nicht zuverlässig. Mehr als ein „etwa“ oder „wahrscheinlich“ vermag die Statistik auf dem in Rede stehenden Gebiete nicht zu leisten. Vergl. Lehr, Beiträge zur Statistik der Preise. Frankfurt 1885.

zinsung zu begnügen. Dies kann der Fall sein, wenn mit dem Grundbesitz schätzenswerte Annehmlichkeiten verbunden sind, wie politische Rechte, aktives und passives Wahlrecht, Recht zur selbständigen Jagdausübung etc., wenn er mit oder auch ohne besondere Rechtsformen (Fideikommiß, Höfe-, Anerbenrecht) ganz vorzüglich geeignet ist, den wirtschaftlichen Bestand einer Familie für die Dauer zu erhalten, während flüssiges Geldkapital leicht für Zwecke des Verbrauchs verwandt oder bei Vererbungen zersplittert wird. Der Umstand, daß der Wald nur in beschränktem Maße sich zur Verpfändung eignet, fällt hier wenig ins Gewicht, da für forstliche Wirtschaftsmaßregeln nur selten ein Anlehen erforderlich ist und die Möglichkeit, für persönliche Zwecke einen Wald mit Hypotheken belasten zu können, bei Erwägungen, mit welchem Zinsfuße man sich bescheiden dürfe, in Wirklichkeit wohl kaum ins Auge gefaßt wird. Für Staat und Gemeinde kann dagegen der Wald auch wegen anderweiter Bedeutung einen besonderen Wert haben und deswegen Veranlassung geboten sein, auf eine sonst mögliche höhere Rentabilität zu verzichten. Diese Bedeutung kann vorwiegend in den Vordergrund treten, während die erzielte Einnahme nur als Nebenzweck erscheint, oder es braucht ihr nur ein geringeres Opfer gebracht zu werden, indem man sich mit einer niedrigeren Verzinsung begnügt. Eine bestimmte Zahl läßt sich hier an der Hand etwa einer Formel natürlich ebensowenig geben, wie in allen jenen Fällen, in welchen rein persönliches Ermessen und die allgemeine Erwägung entscheiden muß. Ein für persönliche Erholung bestimmter Park kann allenfalls seinem Zwecke als Park schon dienen, wenn er lediglich vom finanziellen Gesichtspunkte aus bewirtschaftet wird. Mit einigen Opfern für Anlegung von Wegen, Ruhebänken, von hübschen Aussichtspunkten etc. würde der Zweck noch vollständiger erreicht; mit weiteren Aufwendungen und schließlich selbst mit Verzichtleistung auf jedwede Rente könnte allenfalls auch dem am weitesten gehenden Sinn für Kunst, Poesie und Naturgenuß Genüge geleistet werden. Wie hier Schranken zu setzen sind, darf nicht einseitigem Verlangen zur Entscheidung überlassen werden. Hierüber haben allseitige Erwägungen zu befinden, welche je nach dem Stande der Bildung und der wirtschaftlichen Lage zu verschiedenem Ergebnis gelangen werden.

b) Bestimmung des Zinsfußes aus anderen wirtschaftlichen Unternehmungen.

§ 19. Den Zinsfuß durch Vergleichung der Forstwirtschaft mit anderen Anlagen zu ermitteln, ist nur ausnahmsweise als rätlich zu bezeichnen. Voraussetzung hierfür wäre die Möglichkeit einer genügend genauen Abschätzung von Ertrags- und Kostensätzen, sowie von allen hier gegen einander abzuwägenden Annehmlichkeiten auf der einen und von Nachteilen auf der anderen Seite. Am nächsten liegt der Vergleich mit der der Forstwirtschaft verwandten Landwirtschaft. Abschätzungen von landwirtschaftlichem Gelände kommen zum Zwecke von Verkäufen und Erbteilungen oder im Interesse von hypothekarischen Beleihungen häufig vor. So ließe sich denn auch leicht ein durchschnittliches Verhältnis zwischen den jährlichen Reinerträgen und den Abschätzungssummen ermitteln. Ist die Annahme zutreffend, daß in Land- und Forstwirtschaft keine Aenderungen von Ertrags- und Kostensätzen zu erwarten sind; oder daß solche Aenderungen hier wie dort gleichmäßig eintreten, so dürfte man wohl schon den Zinsfuß der Landwirtschaft auch für die Forstwirtschaft verwenden. Die verschiedenen Licht- und Schattenseiten, welche in Land- und Forstwirtschaft in höherem oder geringerem Grade sich geltend machen, wie Ertragsschwankungen, Einfachheit der Verwaltung, Möglichkeit der Verpachtung, der Beleihung u. dergl. brauchen kaum weiter bei der Bestimmung des Zinsfußes berücksichtigt zu werden. Denn entweder kommen sie in den Ansätzen für Erträge und Kosten bereits zum Ausdruck (Schwierigkeit der Verwaltung, Ertragsschwankungen) oder es handelt sich um Unterschiede, welche praktisch keinen wesentlichen Einfluß auf die Höhe des Zinsfußes ausüben (verschiedene Gefahren, insbes. in der Forstwirtschaft) oder sie haben mit wenigen Ausnahmen überhaupt keine Bedeutung (z. B. Gelegenheit zur Anwendung eigener Arbeit, welche bei kleinen landwirtschaftlichen Besitzungen wohl eine Rolle spielt, bei größeren aber Zinsfuß und Kaufpreis ebensowenig beeinflußt, wie die Beschränktheit solcher Gelegenheit in der Forstwirtschaft). Jene Voraussetzung trifft nun nicht immer zu und es ist deshalb vorzuziehen, vom sicheren Leihzins auszugehen [1]). Der Zins der Landwirtschaft kann uns dann eine Handhabe abgeben, um zu beurteilen, welches Gewicht auf die Wahrscheinlichkeit zukünftiger Reinertragssteigerungen, Sicherheit des Grundbesitzes etc. gelegt wird, eine Beruhigung wenigstens für diejenigen, welche es nicht wagen, sich auf ihr eigenes Urteil zu verlassen.

c) Bestimmung des Zinsfußes aus stattgehabten Verkäufen.

§ 20. Unter Umständen könnte man auch die Ergebnisse benutzen, zu welchen andere in der Waldwirtschaft gelangten, und zwar, wenn der von denselben unterstellte Zinsfuß nicht bekannt ist, den letzteren aus Reinertrag und Kaufpreis berechnen. Voraussetzung hierfür wäre jedoch, daß die anderen Waldungen, welche zum Vergleiche dienen sollen, in der gleichen wirtschaftlichen Lage sich befinden, wie die eigenen, und daß eine genügend große Zahl von Ver-

---

1) Ganz in Uebereinstimmung mit den Ausführungen von Dr. Stoetzer in der Allg. Forst- und Jagd-Zeitung von 1884 S. 16.

käufen vorgekommen wäre, so daß persönliche Irrungen und Besonderheiten in der Durchschnittsrechnung ihre Bedeutung verlieren würden.

Wären nackte Böden in gleicher Lage verkauft worden, könnte man die gegendüblichen Wirtschaftserträge und Kosten hinreichend genau bestimmen und wäre der Kaufpreis = k, so hätte man zu setzen:

$$k_1 = \frac{A_u + D_k 1{,}0p^{u-k} - c1{,}0p^u}{1{,}0p^u - 1} - V,$$

aus welcher Gleichung p sich durch Näherung bestimmen läßt.

Einfacher gestaltet sich die Rechnung, wenn ein normal bestockter Wald in Frage käme, d. h. ein solcher, welcher auf Grund vorhandener Vorräte jährlich gleiche Bezüge in Aussicht stellt. Man hätte dann zu setzen:

$$k_1 = \frac{A_u + D_k - c}{0{,}0p} - V.$$

Allerdings werden diese Verfahren nur selten Anwendung finden können, weil die genannten Voraussetzungen gewöhnlich nicht erfüllt werden. Insbesondere werden verkaufte Waldungen nicht normal bestockt, bald werden Ersparungen erforderlich sein, bald Ueberschüsse zur Verfügung stehen. Dazu kommt, daß die Zahl der Besitzveränderungen bei Waldungen nicht groß zu sein pflegt.

3. Die Rechnung ohne Bestimmung eines Zinsfußes.

§ 21. In der forstlichen Literatur hat auch die Ansicht Vertretung gefunden, als ob für Zwecke der Waldwertrechnung, insbesondere für Bestimmung der Abtriebsreife überhaupt nicht ein von vornherein zu bestimmender Zinsfuß unterstellt zu werden brauche; man müsse nur suchen, die höchst mögliche Verzinsung der angelegten Kapitalien zu erzielen [1]). Nun müssen aber doch diese Kapitalien (Größe des Vorrats, Boden) selbst erst festgestellt werden, und hierzu bedarf man eines Zinsfußes (Berechnungszinsfuß). Die Bestimmung desselben läßt sich überhaupt nicht umgehen, wenn man Summen miteinander vergleichen will, welche nicht zu gleicher Zeit vereinnahmt oder verausgabt werden. Bei einzelnen Rechnungsverfahren freilich wird ein Zinsfuß formell nicht eingestellt, doch steckt er alsdann verhüllt in der Rechnung, bezw. in den Voraussetzungen für dieselbe. So braucht man z. B. in die Formel des Weiserprozentes selbst, sobald keine Zwischennutzungen mehr zu erwarten sind, einen Zinsfuß nicht einzustellen, doch hat die Verwendung jener Formel die Bestimmung des letzteren zur Voraussetzung. Stellt man die Umtriebszeit nach dem Maximum der durchschnittlich-jährlichen Verzinsung fest, so bedarf man, zumal wenn von den Zwischennutzungen abgesehen werden kann, scheinbar überhaupt keines Zinsfußes. In Wirklichkeit ist derselbe aber von vornherein durch die Größen fest bestimmt, welche in die betreffende Formel eingesetzt werden. Sind diese Größen so bemessen, daß wir keinen Verlust erleiden, so kommen wir eben auf jenen Zinssatz, welcher zur Berechnung derselben diente. Sind dieselben aber nicht berechnet, sondern gutachtlich eingeschätzt, so umgehen wir zwar die Zinsfußbestimmung, doch können unsere Ergebnisse nur befriedigen, wenn die Schätzung mit der richtigen Rechnung übereinstimmt. Auch in diesem Falle ist der Zinsfuß nur scheinbar auf die Seite geschoben.

VII. Die Kapitalien der Waldwirtschaft.

1. Der Boden.

§ 22. Die Waldwertrechnung betrachtet den Boden ebenso als ein Kapital wie alle übrigen sachlichen Hilfsmittel des Wirtschaftsbetriebs. Wir bewirtschaften den Boden in der Absicht, Erträge von demselben zu erzielen; weil er hierfür tauglich ist und insoweit er einen Nutzen verspricht, wird er geschätzt, gekauft, beliehen u. dgl. Die Frage, ob er auch in sozialpolitischer und rechtlicher Hinsicht anderen Wirtschaftsgegenständen gleichgestellt ist oder ihnen nicht gleichgestellt werden dürfte, ist hier ebensowenig von Belang wie der Umstand, daß der Boden nicht wie Maschinen, Fabriken etc. ganz oder zum Teile Arbeitserzeugnis ist.

Die Größe des Kapitales, welches der Boden darstellt, ist nach den von demselben in Aussicht gestellten Erträgen zu bemessen. Für bestimmte Zwecke kann allerdings auch die Summe von Bedeutung sein, welche ausgegeben wurde, um den

1) Bretschneider in der österr. Forstzeitung Nr. 2 vom 11. Jan. 1884, ähnlich auch Wagener, Regelung d. Forstbetriebs. 1875. S. 277; Schiffel, Zur forstl. Ertragsregelung. 1884.

Boden zu erwerben und ihn in kulturfähigen Zustand zu versetzen, insbesondere aber auch als einfaches die Schätzung umgehendes Mittel die Summe, zu welcher andere Böden für Zwecke des Verkaufs, der Besteuerung etc. bereits bewertet wurden.

a. Die Bemessung des Bodenkapitals nach den vom Boden zu erwartenden Erträgen.

§ 23. α. Der Begriff der Bodenrente. Als Bodenrente oder Reinertrag des Bodens bezeichne ich den Unterschied zwischen dem Rohertrag, der vom Boden gewonnen wird, und denjenigen Produktionskosten, welche zur Darstellung jenes auf die Bewirtschaftung des Bodens zu verwenden sind. — Die wirklichen Kosten der Vergangenheit kommen hierbei nicht in Betracht. Dieselben sind wohl zu verrechnen, wenn tatsächlich erzielte Wirtschaftserfolge ermittelt werden sollen, auch können sie für die wirtschaftliche Lage des Besitzers von hoher Bedeutung sein und auf dessen ganzen Wirtschaftsbetrieb lähmend einwirken, doch dürfen sie auf die Bestimmung der künftigen Wirtschaft, auf Bemessung der Grundsteuer, Festsetzung von Verkaufspreisen u. dgl. keinen Einfluß ausüben. Als Kosten und Erträge kommen durchschnittliche in Anrechnung, insbesondere durchschnittliches Wirtschaftsgeschick, durchschnittlicher Fleiß, durchschnittliche Bewirtschaftungsart etc. Die Rente ist dann jene Summe, welche im Durchschnitt jedermann (Bewohner der betr. Gemarkung) erzielen, die man als Pachtschilling vom Pächter fordern und welche für die Kapitalisierung bei Ermittelung von Kaufpreisen benutzt werden kann. Bezieht ein Besitzer oder Pächter mehr als diese Summe, indem er es vorzüglich versteht, günstige Konjunkturen auszunutzen, oder indem ihm sonstige echt persönliche Vorteile zugutekommen, so ist der Ueberschuß als Gewerbsverdienst, Unternehmergewinn, Unternehmerlohn etc. zu verrechnen. Erzielte Gewinne nehmen den Charakter der Rente an, sobald sie vom Boden auf Grund seiner Beschaffenheit und allgemeiner sozialer Verhältnisse gezogen werden. Ist es auch schwer, hier in der Wirklichkeit eine zutreffende Grenze zu ziehen, da die Begriffe des Allgemeinen und des Besonderen praktisch überhaupt nicht scharf zu scheiden sind, so bildet eben doch die richtige Rentenermittelung nicht allein ein interessantes Kapitel der Theorie, sondern auch eine wichtige Aufgabe der Praxis. Schwierigkeiten, welche hier die Landwirtschaft bietet (Lage des Hofes, Hof-, Dorfsystem, persönliche Tüchtigkeit etc.), treten in der Forstwirtschaft übrigens wenig oder gar nicht hervor.

Ist der Boden mit Steuern, Servituten, Hypotheken belastet, so werden Teile der Bodenrente an andere (Staat, Gemeinde, Berechtigte) entrichtet. Der Eigentümer des Bodens rechnet solche Lasten unter seine Kosten. Bei einem Verkaufe würden sie in entsprechendem Betrage von der kapitalisierten Rente in Abzug zu bringen sein. Aber auch bei Bestimmung der für den Eigentümer vorteilhaftesten Bewirtschaftungsweise können sie einen Einfluß ausüben, wenn sie nämlich nicht konstant, sondern je nach der Art der Wirtschaft veränderlich sind (z. B. Abzüge vom Rohertrage in Prozenten desselben oder, bei der Forstwirtschaft, auch in feststehenden Beträgen). Auch die Zinsen von Ankaufspreisen werden unter den Kosten gebucht, insoweit der Käufer sich darüber vergewissern will, ob das Geschäft für ihn vorteilhaft war oder nicht. Bei Bestimmung der besten Wirtschaft aber spielen sie weiter keine Rolle. Auch dürfen sie zur Bemessung der Bodenrente nicht in Abzug gebracht werden. Bei dem Verkaufe tritt einfach der Käufer an die Stelle des Verkäufers und umgekehrt. Der Käufer zog seither Zinsen aus irgend welcher Quelle, der Verkäufer die Rente. In Zukunft bezieht jener die Rente und dieser die Zinsen, ob durch Verleihung oder in anderer Weise, dies bleibt sich für unsere Frage gleich [1]).

Sind die Bewirtschaftungskosten höher als die Erträge, so ist die Wirtschaft mit Verlust verknüpft. Dieser Verlust kann allenfalls dadurch verdeckt werden, daß der Wirtschafter, durch persönliche Verhältnisse begünstigt, mehr erzielt oder daß er sich mit geringerer Vergütung für erfolgte Aufwendungen bescheidet, die Rente ist aber dann immerhin eine rechnungsmäßig negative, der Boden vergütet nicht alle Aufwendungen, er ist als eine Art zehrendes Kapital („Unkapital") zu betrachten. Würden im allgemeinen für die Dauer negative Bodenrenten erzielt, so wäre dies ein Zeichen ungesunder unhaltbarer Zustände; sind aber in einzelnen gegebenen Fällen die Erträge zu niedrig, die Kosten zu hoch, so ist Aenderung der Wirtschaft oder Verkauf am Platze, oder der Boden bleibt am besten unbestellt, sofern eben nicht der Eigentümer in seiner wirtschaftlichen Selbständigkeit oder in anderen Genüssen eine zureichende Ver-

---

1) In der Monatsschrift für Forst- und Jagdwesen von 1872, dann in dem oben angeführten Werke S. 35 und 44 bemerkt Baur mit Berufung auf Schmoller, der Verkäufer beziehe in den Zinsen des ihm bezahlten Bodenkapitals die Rente fort, während der neue Waldbesitzer seine Wirtschaft zunächst ohne Bodenrente beginne. Richtig ist, daß das Kaufgeschäft zunächst keinen Gewinn abwirft. Dagegen fließt die Rente voll in die Taschen des jetzigen Besitzers, sofern er nicht Teile derselben an Dritte (Gläubiger etc.) abgibt. Darum braucht auch der neue Besitzer sich nicht erst eine Rente zu erwirtschaften; sondern er erwirtschaftet sich erst einen Gewinn, bezw. er erzielt einen solchen in jeder Rentenerhöhung.

gütung für gebrachte Opfer erblickt. Daß übrigens anderweit nicht verwendbare Kräfte und Mittel nicht voll oder überhaupt nicht unter die Kosten zu stellen sind, und daß demnach ein Grundeigentümer sein Gelände mit Vorteil bebauen kann, während dasselbe für andere eine Quelle des Verlustes sein würde, braucht hier nicht weiter betont zu werden.

Unter die Kosten sind auch die Aufwendungen zu rechnen, welche für dauernde Erhaltung des Bodens in wirtschaftlich brauchbarem Zustande erforderlich sind (z. B. Düngung). Wird der Boden durch die Wirtschaft dagegen allmählich erschöpft und vollständig aufgebraucht, so würde die Rente nur eine zeitlich begrenzte sein und Kapitalteile umschließen. In der Forstwirtschaft ist eine solche Gefahr weit weniger zu befürchten als in der Landwirtschaft. Der Zeitpunkt einer Erschöpfung der Bodenkraft ist, auch ohne daß ein Wiederersatz durch künstliche Düngung stattfindet, so weit hinausgeschoben, daß, von Ausnahmen abgesehen, ganz allgemein der Unterschied zwischen Erträgen und Kosten als Rente betrachtet werden darf.

Bei der oben dargelegten Auffassung ist als Rente dasjenige anzusehen, was der Boden in seinem gegebenen Zustande abwirft. Unter die Kosten sind nur die zukünftigen Wirtschaftsaufwendungen, seien es solche für den laufenden Betrieb oder seien es solche für Durchführung von Verbesserungen, zu rechnen. Dies rechtfertigt sich für Zwecke der Besteuerung, der Preisbemessung beim Verkaufe, wie auch für alle Fälle, in welchen es sich um Bestimmung einzuhaltender Wirtschaftsverfahren handelt. Nun wird aber auch vielfach im engsten Anschluß an die bekannte Definition Ricardos die Rente lediglich als Erzeugnis der natürlichen ursprünglichen Fruchtbarkeit des Bodens aufgefaßt, wie sie bei den jetzigen sozialen Verhältnissen gezogen werden kann. Hiernach würde vom Reinertrage, wie ihn der Boden in seinem vorliegenden Zustande abwirft, noch der Zins der früher für Verbesserungen aufgewandten Kapitalien, und zwar folgerichtig der wirklichen Aufwendungen, in Abzug gebracht werden müssen. Umgekehrt wären auch die inzwischen stattgehabten Verschlechterungen zu berücksichtigen. Diese Ausscheidung hat eine Berechtigung, wenn es gilt, zu untersuchen, welcher Teil des Reinertrags als Folge früherer Leistungen der Grundbesitzer bezeichnet werden darf, um auf diese Weise eine soziale Rechtfertigung des Grundeigentums herbeizuführen. Im übrigen ist sie nicht allein zwecklos, sondern auch praktisch unmöglich, da heute gar nicht mehr ermittelt werden kann, was alles früher für Verbesserungen des Bodens, Wegebau u. dgl. geschehen ist, ja häufig wäre eine solche Aufrechnung geradezu verkehrt. Für Bestimmung des Kaufpreises, der Besteuerung, der Art des Wirtschaftsbetriebes sind die früheren Aufwendungen nicht allein gleichgültig, sondern es kann ihre Berücksichtigung geradezu zu falschen, unvorteilhaften Ergebnissen führen.

§ 24. Ursache der Rentenbildung ist nach physiokratischer Auffassung, welcher auch die Begriffsbestimmung Ricardos, keineswegs aber die Ausführung seiner Theorie entspricht, die natürliche Fruchtbarkeit des Bodens. Die Ergiebigkeit des Bodens kann freilich von großer Bedeutung für Entstehung und Höhe der Rente sein, doch ist sie nicht allein ausschlaggebend. Andere führen die Rentenbildung zurück auf die monopolistische Stellung des Eigentümers, ohne welche keine Ueberschüsse erzielt werden könnten, sondern die Früchte zum „natürlichen Preise“, den Kosten verkauft werden müßten. Die Anschauung, als ob es überhaupt einen natürlichen Preis im genannten Sinne geben könne, ist indessen gar nicht zutreffend. Es ist schlechterdings unmöglich, daß die Preise aller Güter gleich den Kosten der Erzeugung sind, oder es müßte denn auf ein und demselben Markte die gleiche Gütergattung zu den verschiedensten Preisen, die schlechtere oft zu höheren als die bessere, verkauft werden. Und durch Aufhebung des Eigentums würde keineswegs auch die Rente unbedingt in Wegfall kommen, denn unter sonst gleichen Umständen würde doch immer der bessere Boden auch der Gemeinde oder dem Staate mehr abwerfen als der schlechtere. Ergibt der eine bei a Arbeitstagen m hl, der andere weiter abgelegene geringere bei 2 a Arbeitstagen nur m-n hl, so wird offenbar eine Rente bezogen. Allerdings liegt auch der angeführten Anschauung etwas Wahres zugrunde. Sind bessere Böden nur in beschränktem Maße vorhanden und ist man deswegen genötigt, auch schlechtere zu bebauen, so wird infolge dieser Beschränktheit der Preis steigen müssen, und es wird sich Rente bilden. Auch kann, ohne daß gerade noch schlechteres Gelände vorhanden ist, der Eigentümer als solcher auf Grund seiner durch den Grundbesitz bedingten Machtstellung Renten ziehen (gar nicht oder zu gering vergoltene Arbeitskräfte, Leibeigenschaft, Schollenpfichtigkeit).

Nach einer dritten Auffassung (Carey, Bastiat, M. Wirth u. a.) gibt es keine Rente, sondern alles, was der Grundeigentümer bezieht, ist ein Ergebnis jetziger und früherer Aufwendungen von Arbeit und Kapital. Diese gegen die sozialistische Bekämpfung des Grundeigentums gekehrte Darstellung entspricht nicht der Wirklichkeit, wenn ja auch mancher heutige Rentenbezug früheren Leistungen der Grundbesitzer zu verdanken ist. Nur als eine Wunderlichkeit möge auch die Ansicht angeführt werden, als ob die Rente der Zinsfähigkeit des zum Ankaufe eines Bodens hingegebenen Kapitales zu verdanken sei. Ein Kapital, welches Zinsen trägt, wird doch lediglich deswegen für den Boden hingegeben, weil letzterer bereits eine Rente abwirft oder in Aussicht stellt, keineswegs aber bildet sich eine Rente infolge davon, daß man den Boden kauft.

Am meisten verbreitet ist die Ansicht, nach welcher die Rente ein Ergebnis der Verteilungsverhältnisse (Besitz, Einkommen, örtliche Verteilung der Bevölkerung etc.) und der Verschiedenheit in Lage und Beschaffenheit des Bodens sei. Unter sonst gleichen Umständen wirft der bessere Boden eine höhere Rente ab als der schlechtere, der dem Wirtschaftshofe oder dem Absatzgebiete näher gelegene Boden ist günstiger gestellt als der entferntere, Entwickelung der Industrie und Zunahme der Bevölkerung können zu Preissteigerungen und gleichzeitig zu Erniedrigung der Kosten führen, der bessere, näher gelegene Boden wird mit Vorteil intensiver bewirtschaftet und infolge dessen kann er auch eine verhältnismäßig höhere Rente abwerfen usw. Nach der Ricardoschen Darstellung erzielt man auf dem schlechtesten noch zum Anbau nötigen Boden keine Rente und die Rente eines besseren Bodens ist gleich dem Ertrags- oder Kostenunterschiede zwischen diesem und dem schlechtesten Gelände. Die Waldwertrechnung nimmt mit Recht die Dinge einfach so, wie sie jetzt tatsächlich vorliegen; ob die Rente ein Ergebnis der Natur, menschlicher Arbeitsaufwendungen, sinkenden Angebots oder steigender Nachfrage ist, kann für sie im übrigen gleichgültig sein.

Kosten- und Ertragssätze sind wegen der Aenderungen in Technik, Verkehr, wie überhaupt der gesamten wirtschaftlich-sozialen Verhältnisse nicht immer gleich. Infolge dessen ist auch die Rente keine für alle Zeiten feststehende und die Bestimmung derselben mit großen Schwierigkeiten verknüpft, ja eine planmäßige, immer wirklich zutreffende Festsetzung geradezu unmöglich. Hier bleibt nichts anderes übrig, als die Rente nach bestem Ermessen auf Grund vorliegender Verhältnisse und möglicher Aenderungen so zu berechnen, daß sie als wahrscheinlich richtig angesehen werden darf.

Die Bestimmung der zukünftigen Rente ist von Bedeutung für Bemessung des Bodenpreises. Für ein Grundstück kann man ein Kapital geben, welches gleich der auf die Gegenwart bezogenen Summe aller in Aussicht stehenden Renten ist, wie dies auch Macleod (Elements S. 75) ganz richtig bemerkt hat. Die sogenannte „Bauernformel" $k = \frac{r}{0,0p}$ ist denn auch in der Tat gleich der Summe einer unendlichen Rentenreihe. Man gibt k für den Boden, weil derselbe dauernd die Rente r zu gewähren verspricht. Darf man annehmen, daß die Rente sich später ändert, so hilft man sich durch Erhöhung oder Erniedrigung des der Kapitalisierung zu unterstellenden Prozentes. Roscher übersieht dies, wenn er meint, Macleod liebe die natürliche Ausdrucksweise nicht, denn der Kauf eines Grundstückes sei nichts anderes als der Eintausch desselben gegen ein Geldkapital und es hänge demnach der Kaufpreis im allgemeinen von der Höhe der Rente, verglichen mit dem Zinse des dafür hinzugebenden Kapitales ab (§ 154 seiner Grundlegung). Er hält sich hier an das Aeußerliche einer Formel, ohne die Bedeutung derselben genügend zu würdigen. Auch Dühring glaubte, man brauche nicht auf die Ewigkeit zurückzugehen, sondern es sei nur nötig, die Zinsen und, wenn die Renten nicht alljährlich eingingen, die Rentenstücke miteinander zu vergleichen. Wirft ein Kapital alljährlich einen Ertrag e ab und ein anderes alle m Jahre die Summe z, so braucht man die Vergleichung nur bis auf die Zeit m zu erstrecken. Ist $\frac{e(1,0p^m-1)}{0,0p} = z$, so kann man ein Kapital gegen das andere hingeben. In Wirklichkeit enthält aber unsere Formel gerade den Gedanken, welchen Dühring bekämpft. $\frac{e}{0,0p}$ und $\frac{z}{1,0p^m-1}$ sind in der Tat Summen von unendlichen Rentenreihen. Nun ist aber auch die übrigens ganz zwecklose Befehdung der Rechnung mit unendlichen Reihen auch deswegen verfehlt, weil die Reihen sich ändern können. Man müßte wenigstens solche Zeiträume ins Auge fassen, innerhalb deren alle Aenderungen sich vollzogen haben. Auch in der forstlichen Literatur haben sich mehrere Gegner der Reinertragstheorie bemüht, letztere durch den Hinweis auf ihre Rechnungen mit der Unendlichkeit in Mißkredit zu bringen. Bei ihren eigenen Rechnungen machten sie sich jedoch, indem sie sich durch das Schlußergebnis einer Formel irre führen ließen, des gleichen Gedankens schuldig, den sie an der befehdeten Lehre als Fehler rügen. Wer dem Boden einen Wert beilegt, weil derselbe dauernd Renten in Aussicht stellt, der rechnet tatsächlich ganz in der gleichen Weise mit der Unendlichkeit, wie die Reinertragstheorie.

β. Die Bodenrente der Forstwirtschaft. In der Landwirtschaft kann die Bodenrente oft auf dem einfachen Wege ermittelt werden, daß man jährliche Erträge und Ausgaben von einander in Abzug bringt. In der Forstwirtschaft ist dies deshalb nicht möglich, weil Einnahmen und Aufwendungen nicht sämtlich alljährlich und auch nicht gleichzeitig erfolgen. Hier ist deshalb die Zins- und Rentenrechnung unvermeidlich. Man kann nun alle Ausgaben und Einnahmen rechnungsmäßig in jährliche Renten verwandeln, der Unterschied würde die Bodenrente darstellen. Hierbei wird aber ganz dasselbe Verfahren eingeschlagen, wie wenn wir alle zukünftigen Kosten und Erträge auf die Gegenwart beziehen und mit dem unterstellten Zinsfuß (0,0 p) vervielfachen. Das Bodenkapital erscheint hier, wie ja auch nicht anders in der Landwirtschaft, als Summe von Renten und die jährliche Rente selbstverständlich wieder als Zins dieses Kapitales.

Aus dem angeführten Grunde spielt in der Landwirtschaft rechnungsmäßig die Rente eine Rolle, in der Forstwirtschaft dagegen, sobald die genannte Multiplikation als unnötig vermieden werden soll, das Kapital. Letzteres wird gewöhnlich bezeichnet als

§ 25. γ. Bodenerwartungswert. Derselbe ist gleich der Summe aller auf die Gegenwart bezogenen in Zukunft zu erwartenden Bodenrenten oder gleich dem Unterschied zwischen dem Jetztwert aller Einnahmen, welche vom Boden gewonnen werden, und dem Jetztwert aller Kosten, welche zur Erzielung jener Einnahmen auf die Bewirtschaftung des Bodens zu verwenden sind. Selbstverständlich hat man hierbei vom nackten Boden auszugehen. Wäre der Boden bereits bestockt und würde man einfach alle von jetzt ab zu erwartenden Einnahmen und alle in Zukunft bevorstehenden Ausgaben in Betracht ziehen, so würde man nicht das Bodenkapital allein, sondern eine Summe berechnen, welche Boden und Bestand zusammen darstellen.

1. Die übliche Formel. In derselben wird die Umtriebszeit mit u, das der Rechnung unterstellte Prozent mit p bezeichnet.

I. Die Einnahmen der Forstwirtschaft gehen fast ausschließlich mit langen Unterbrechungen, nur sehr wenige (gewisse Nebennutzungen) alljährlich ein. Die vornehmste Einnahme wird am Schluß eines Wirtschaftsumlaufs (Turnus, Umtriebszeit) erzielt. Dieselbe ist der

a) Haubarkeits- oder Abtriebsertrag, welcher gewöhnlich mit A (Abtrieb) bezeichnet wird. Ein diesem Buchstaben beigefügter Index deutet das Alter des Bestandes an. Allgemein bedeutet A_x den aus dem Abtrieb eines xjährigen Bestandes zu erzielenden Erlös. Die auf die Gegenwart bezogene Summe der alle u Jahre eingehenden Abtriebserträge ist =

$$\frac{A_u}{1{,}0p^u} + \frac{A_u}{1{,}0p^{2u}} + \frac{A_u}{1{,}0p^{3u}} + \ldots = \frac{A_u}{1{,}0p^u - 1}.$$

b) Zwischennutzungen. Dieselben gehen teils in Gestalt von Durchforstungen (D), teils in Gestalt von Nebennutzungen (N), teils alljährlich, teils periodisch, meist je nur einmal zu bestimmter Zeit (z. B. Durchforstungen) ein. Auch die verschiedenen Durchforstungen werden je durch einen Index näher bezeichnet.

D_a, D_b, D_c etc. sind Durchforstungserträge, welche zur Zeit a, b, c etc. eingehen. Allgemein wird fortan D_k als figürlicher Vertreter sämtlicher Durchforstungen bezeichnet. D_a bedeute die auf die Zeit a bezogene Summe aller Durchforstungen, welche vor dem Jahre m, dagegen D_n die auf das Jahr n bezogene Summe aller Durchforstungen, welche nach der Zeit m bis zum Eintritt des Abtriebs eingehen.

Der erste Durchforstungsertrag D_k ist nach k Jahren zu erwarten, von da ab geht er alle u Jahre ein. Die Summe derselben ist demnach gleich

$$\frac{D_k}{1{,}0p^k} + \frac{D_k}{1{,}0p^k(1{,}0p^u - 1)} = \frac{D_k 1{,}0p^{u-k}}{1{,}0p^u - 1}.$$

Gehen Zwischennutzungen während einer Umtriebszeit öfter ein, so kann man dieselben erst alle auf einen gemeinschaftlichen Zeitpunkt beziehen und dann die Summe wie die Haubarkeitsnutzung oder die Durchforstungen behandeln. Werden die Nutzungen (N), wie Harz, Weide, Mast, Jagd alle a Jahre im ganzen n mal bezogen und zwar die erste nach m Jahren, so ist die ganze Summe, bezogen auf das Jahr m + a. n gleich $\frac{N(1{,}0p^{an} - 1)}{1{,}0p^a - 1}$.

Dieselbe würde auf die Zeit u zu prolongieren und dann wie die Haubarkeitsnutzungen zu behandeln sein. Wir erhalten

$$\frac{N(1{,}0p^{an} - 1)1{,}0p^{u-m-an+a}}{(1{,}0p^a - 1)(1{,}0p^u - 1)}.$$

Für a = 1, m = 1 und n = u erhalten wir die Summe einer ewigen jährlichen Rente.

Ist n klein, so wird das Rechnungsverfahren ein einfacheres, wenn jede einzelne Nutzung auf das Ende der Umtriebszeit bezogen und dann dem Haubarkeitsertrage zugezählt wird.

Im Schema selbst werden die Nebennutzungen so behandelt, als seien sie alle auf das Jahr k bezogen und mit den übrigen Zwischennutzungen vereinigt; bezw. die Formel $\frac{D_k 1{,}0p^{u-k}}{1{,}0p^u-1}$ gilt als Beispiel dafür, wie alle einzelnen Zwischennutzungen zu verrechnen sind.

c) Sind die Erträge verschieden, etwa in der ersten Umtriebszeit nicht normal, so ist selbstverständlich die Rechnung dementsprechend einzurichten. Geht z. B. nach a Jahren eine Durchforstung d ein, dann alle u Jahre der Ertrag D_a, so hätten wir

$$\frac{d}{1{,}0p^a} + \frac{D^a}{1{,}0p^a(1{,}0p^u - 1)}.$$

d) Die praktische Waldwertrechnung gestattet sich häufig die Erleichterung, den prolongierten Wert der Zwischennutzungen in Prozenten des Geldwertes der Abtriebsmasse anzusetzen. So schreibt z. B. die Anweisung zur Anfertigung von Wertsermittelungen für die sächsische Staatsforstverwaltung für Fichte und Tanne bei 100jährigem Umtriebe den Ansatz von 57 % in der I. und II. Bonität, von 70 % in der III. und von 85 % in der IV. und V. Bonität vor.

II. Die Ausgaben.

§ 26. a) Für die Ernte. Die Ausgaben für Fällung und Rücken erfolgen gleichzeitig mit dem Eingang der Naturalerträge. Statt dieselben besonders zu verrechnen, werden sie einfach vom Preise der Produkte in Abzug gebracht, indem in den üblichen Formeln kurz ein Buchstabe (A_u, D_a, D_k etc.) gesetzt wird, unter dem dann der sog. „erntekostenfreie" („erntefreie") Ertrag zu verstehen ist. Als Preise werden die sog. „Waldpreise" in Anrechnung gebracht, d. h. die Summe, welche am Erzeugungsorte gezahlt wird. Dies geschieht schon aus dem Grunde, weil das Holz hier gewöhnlich verkauft wird und die Abfuhr dem Käufer überlassen bleibt. Besorgt dagegen die Forstverwaltung selbst die Abfuhr (etwa nach einem Lagerplatz), so sind von dem hier erzielten Preise (Marktpreis) noch die Transportkosten in Abrechnung zu bringen.

b) Die Kosten für die Gelderhebung können in gleicher Weise verrechnet werden, sobald dieselben nach Prozenten der Roheinnahme bemessen sind. Sind sie in fester Summe ausgeworfen, so hat man sie wie die sog. Verwaltungskosten zu behandeln.

c) Die Kulturkosten sind zum ersten Male sogleich und dann alle u Jahre zu verausgaben. Ihre Summe ist demnach, wenn wir die einmaligen Kosten mit c bezeichnen, $= \frac{c 1{,}0p^u}{1{,}0p^u - 1}$. Sind bei einem neu aufzuforstenden Gelände die ersten Kosten höher als die späteren, indem etwa die erste Kultur mit größeren Schwierigkeiten verbunden ist, oder indem fortan die nur durch einige billige Nachbesserungen unterstützte natürliche Verjüngung möglich wird, so hätten wir, wenn die ersten Kulturkosten $= c_1$, die späteren $= c$ gesetzt werden, im ganzen $c_1 + \frac{c}{1{,}0p^u - 1}$.
Es ist wohl auch die Forderung aufgestellt worden, die Kulturkosten rechnungsmäßig den Erntekosten ganz gleich zu stellen, weil der Abtrieb eine Verpflichtung zur Wiederkultur bedinge. Eine Ausführung der Rechnung nach diesem Prinzip läuft genau auf dasselbe Resultat hinaus, welches sich ergibt, wenn wir den Abtriebsertrag als Einnahme unverkürzt lassen, sodann aber die alle u Jahre sich

wiederholenden Kulturkosten für sich berechnen und in Abzug bringen. Im letzteren Falle erhalten wir $\frac{A_u - c\,1{,}0p^u}{1{,}0p^u - 1}$, im ersteren hingegen $\frac{A_u - c}{1{,}0p^u - 1} - c$ $= -\frac{A_u - c - c\,.\,1{,}0p^u + c}{1{,}0p^u - 1} = \frac{A_u - c\,1{,}0p^u}{1{,}0p^u - 1}$, mithin völlige Uebereinstimmung.

d) Die tatsächlichen Aufwendungen für Betrieb, Verwaltung und Schutz, gewöhnlich kurz als *Verwaltungskosten* zusammengefaßt, sind zwar nicht in allen einzelnen Jahren, während deren der Bestand heranwächst, gleich hoch. Während der Kultur, sowie dann, wenn die Holzpflanzen nutzbar werden, insbesondere aber bei der Ernte wird die Tätigkeit von Verwaltungs- und Schutzbeamten in höherem Grade in Anspruch genommen als in der übrigen Zeit. Nun ist aber eine ganz genaue Verteilung der Kosten auf die einzelnen Jahre schwer, ja in Wirklichkeit kaum ausführbar. Dann kann für Zwecke des regelmäßigen Betriebs das Verwaltungs- und Schutzpersonal nicht beliebig vermehrt oder vermindert werden. Endlich aber ist es praktisch ohne Bedeutung, ob die Verwaltungskosten in jährlich gleichen Beträgen auf die ganze Umtriebszeit verteilt werden, oder ob man in den ersten und letzten Jahren derselben eine verhältnismäßig größere Summe in Anrechnung bringt. Tritt bei außerordentlichen Ereignissen eine Verstärkung des Personales ein, so können die hierfür erforderlichen Aufwendungen auch für den gegebenen Fall verrechnet werden. Sind die jährlichen Kosten gleich v, so ist die Gesamtsumme derselben $= \frac{v}{0{,}0p}$, welche kurz $= V$ gesetzt zu werden pflegt.

e) *Die Steuern* können zum Teil unter die Wirtschaftskosten gestellt werden, soweit sie nämlich erforderlich sind, um dem Walde staatliche Pflege und Schutz angedeihen lassen zu können. (Eigentliche Grundsteuer). Im übrigen sind sie als Anteil am Reinertrage des Waldes zu betrachten, welchen Staat und Gemeinde ziehen. Der Waldeigentümer hat sie als solcher unter den Kosten zu verrechnen. Werden sie nach dem wirklichen Reinertrage bemessen, so würden sie einfach jeweilig von demselben in Abzug kommen. In Wirklichkeit ist dies jedoch kaum irgendwo der Fall. Meist ist die Steuer eine für lange Zeit fest bestimmte Summe (Kontingentierung, stabiles Kataster) und hat insofern auf die Art der Wirtschaft (Umtriebszeit, Betriebsart etc.) keinen Einfluß. Dagegen ist sie, weil nicht alle Einkommensquellen und alle Arten der Bodenbenutzung gleichmäßig besteuert werden, für die Frage der Rodung und des Verkaufs unter Umständen nicht ganz ohne Bedeutung. Am einfachsten werden sie unter den Verwaltungskosten mit inbegriffen. Nun kann freilich in einem gegebenen Falle eine andere Rechnung am Platze sein, oder die Steuern können überhaupt außer Betracht bleiben. So würden die Steuern, wenn sie in einem Prozentsatze von den Erträgen beim Eingange der Letzteren erhoben werden, ebenso wie die Erntekosten gleich von diesen abzuziehen sein. Hier das Richtige zu finden, ist der praktischen Anwendung, unter Berücksichtigung der bestehenden Steuergesetzgebung eines Landes, zu überlassen.

f) *Sonstige Lasten* (Berechtigungen) sind ebenfalls Reinertragsanteile, die eben dem Berechtigten an Stelle des Waldeigentümers zufließen. Letzterer hat sie trotzdem unter den Kosten zu verrechnen. Sind sie konstant, so können sie ebenso wie die Steuern mit den Verwaltungskosten zusammengefaßt werden. Sie sind alsdann, soweit sie nicht der Bestimmung der Wirtschaft Schranken auferlegen, für Ermittlung des besten Wirtschaftsverfahrens ohne Einfluß, würden aber bei Bemessung von Verkaufspreisen eine Rolle spielen. Lasten, welche veränderlich, zum Beispiel von der Höhe des Rohertrags abhängig sind, müssen auch dementsprechend in Anrechnung kommen.

Ziehen wir als Haubarkeitserträge A_u und Zwischennutzungen D_k, dann als Aufwendungen für die erstmalige Kultur c_1, für die späteren c und als jährliche Kosten für Verwaltung und Schutz v_1 in Betracht, sind die (konstanten) Steuern = s, die konstanten Lasten = l und kommen vom Rohertrage q % als veränderliche Lasten in Abzug, so verbleibt dem Waldeigentümer

$$\frac{(A_u + D_k 1{,}0p^{u-k})(1 - 0{,}0q) - c}{1{,}0p^u - 1} - c_1 - \frac{v_1 + s + l}{0{,}0p}.$$

Diese Summe ist nicht gleich dem Bodenerwartungswert. Doch hätte der Waldeigentümer mit ihr bei Verkäufen oder bei Bestimmung der für ihn günstigsten Wirtschaft zu rechnen, insofern es sich bei letzterer nicht um konstante Größen handelt.

Im üblichen Schema wird von den Lasten abgesehen, $c_1 = c$, $v_1 + s = v$ und $\frac{v}{0{,}0p} = V$ gesetzt. So erhalten wir denn als Formel für den Bodenerwartungswert:

$$B_e = \frac{A_u + D_k 1{,}0p^{u-k} - c 1{,}0p^u}{1{,}0p^u - 1} - V.$$

Bei dieser Gestalt der Formel erscheint D_k je von der Zeit k auf die Zeit u prolongiert. In dieser Zeit kann man sich D_k außerhalb des Waldes zinstragend angelegt denken. Dies gab zur Anschauung Veranlassung, als ob man nun auch für diese Prolongierung ein anderes Prozent, insbesondere ein höheres als p anwenden müsse [1]). Wäre dies richtig, dann müßte dieses Prozent überhaupt eingestellt werden. Denn tatsächlich wird nicht prolongiert, sondern diskontiert. Wir können nämlich schreiben

$$B_e = \frac{A_u - c}{1{,}0p^u - 1} + \frac{D_k}{1{,}0p^k}\left(1 + \frac{1}{1{,}0p^u - 1}\right) - c - V$$

In dieser Form erscheint D_k nicht prolongiert, sondern diskontiert, was den tatsächlichen Verhältnissen auch vollkommen entspricht, da der B_e nichts anderes als eine Summe von Vorwerten ist.

§ 27. 2. Die Größe des Bodenerwartungswerts hängt ab

I. von der Höhe der Einnahmen und Ausgaben,

II. von der Höhe des der Rechnung unterstellten Zinsfußes.

$$\text{Es ist: } B_e = \frac{A_u + \frac{D_k}{1{,}0p^k}}{1{,}0p^u - 1} + \frac{D_k}{1{,}0p^k} - c - \frac{c}{1{,}0p^u - 1} - \frac{v}{0{,}0p}.$$

Der positive Teil der Formel ist um so kleiner, je größer p und umgekehrt. Das Gleiche gilt vom negativen Teile. Um den Zusammenhang zwischen B_e und p genauer zu erforschen, setze ich

$$B_e = \frac{A_u + D_k 1{,}0p^{u-k} - c\, 1{,}0p^u - \frac{v}{0{,}0p}(1{,}0p^u - 1)}{1{,}0p^u - 1}$$

oder da $1{,}0p^u = 1 + u \cdot \frac{p}{100} + \frac{u(u-1)}{1 \cdot 2}\left(\frac{p}{100}\right)^2 + \frac{u(u-1)(u-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3}\left(\frac{p}{100}\right)^3 + \cdot$

$$B_e = \frac{A_u + D_k 1{,}0p^{u-k} - c\, 1{,}0p^u - v\left(u + \frac{u(u-1)}{1 \cdot 2}\, 0{,}0p \ldots\right)}{1{,}0p^u - 1}$$

1) Zuerst von Roth in Baurs Monatsschrift 1874, später von Nossek, Oestr. Vierteljahresschrift 1906 u. 07, auch von v. Guttenberg das. 1910, welche auch das Verwaltungskostenkapital V nach diesem Gesichtspunkte bemessen wollten. Neben der mathematischen Beweisführung steht jedoch auch der Begriff der wirtschaftlichen Solidarität der in einer Unternehmung vereinigten Produktionsmittel einer solchen Auffassung entgegen. Vergl. Endres, Waldwertrechnung S. 28.

Für $p = 0$ erhalten wir im Zähler die Formel des Waldreinertrags $A_u + D_k - c - uv$. Der Nenner ist $= 0$ und B_e ist gleich ∞. Der Bodenerwartungswert stellt alsdann nichts anderes als die Summe aller beziehbaren Waldreinerträge dar, welche, wenn auf Diskontierung und dementsprechend auf Kapitalisierung verzichtet wird, immer unendlich groß ist.

Ist $A_u + D_k - c - uv < 0$, so ist auch stets [1] $B_e < 0$. In diesem Falle wird B_e um so größer, je größer p und umgekehrt. Ist nun $A_u + D_k - c - uv > 0$, so ist B_e für niedrigere Zinsfüße positiv. Für $p = 0$ ist es ∞. Mit wachsendem Zinsfuß sinkt der Bodenerwartungswert, bei einer bestimmten Höhe von p wird er gleich 0. Darauf sinkt er noch weiter, erreicht ein Minimum und nimmt dann wieder mit wachsendem p zu, um sich der Grenze $-c$ zu nähern. Ist z. B. $B_e = \frac{1000}{1{,}0p^{100} - 1} - \frac{2}{0{,}0p}$, so ist $B_e = \infty$ für $p = 0$; es sinkt mit steigendem p, wird $= 0$ für $p = 2{,}7$ und erreicht ein Minimum für $p = 4{,}75$, um dann mit weiter zunehmendem p wieder zu steigen.

§ 28. III. Die Größe des Bodenerwartungswertes hängt ferner ab von der Zeit, zu welcher Erträge eingehen und Kosten zu verausgaben sind.

1. Sind Ausgaben zu einem bestimmten Zeitpunkt oder in einem bestimmten Zeitabschnitt zu machen, so ist der Bodenerwartungswert um so größer, je später diese Zeit eintritt und umgekehrt.

2. Das Umgekehrte ergibt sich unter sonst gleichen Umständen bei den Zwischennutzungen. Je frühzeitiger dieselben bezogen werden können, um so größer ist der Bodenerwartungswert.

3. Von besonderem Interesse ist die Höhe der Umtriebszeit. Mit derselben nehmen Haubarkeitsertrag und Zwischennutzungen zu. Die Zeit, zu welcher keine weitere Erhöhung mehr stattfindet, ja statt derselben eine Minderung erfolgt, kann hier ganz außer Betracht bleiben. Die Größe v ist von der Höhe der Umtriebszeit unabhängig, die Summe der Kulturkosten sinkt mit der Steigerung der letzteren. Nun wächst aber mit u auch der Diskontierungszeitraum. Die Folge hiervon ist, daß der Bodenerwartungswert nicht unbeschränkt mit Erhöhung der Umtriebszeit zunimmt. Anfangs, wenn die jugendlichen Holzpflanzen noch nicht nutzbar sind, ergibt die Formel einen negativen Bodenerwartungswert. Letzterer steigt hierauf, wird zu einer bestimmten Zeit positiv, wächst nun weiter, erreicht ein Maximum, um dann wieder zu sinken. Allerdings ist die Bewegung keine stetige. Je nach der Zeit und der Stärke der Durchforstungen kann dieselbe beschleunigt oder verlangsamt

---

[1] Das Wort „stets“ ist hier freilich mit der Beschränkung zu verstehen, daß die Größen A_u, D_k und k auch praktische Bedeutung behaupten. Ohne diese Voraussetzung könnte recht wohl der Fall eintreten, daß der Waldreinertrag negativ, der Bodenerwartungswert dagegen bei der gleichen Umtriebszeit für eine Reihe von Zinsfüßen positiv ist. Setzen wir $A_u = 1$, $D_k = n$, den Waldreinertrag $= -\pi$, den Bodenerwartungswert $= m$, so müßte sein

$$n = \frac{(q^u - 1)(1 + \pi + u\,m\,0{,}0p) - u\,0{,}0p}{u\,0{,}0p\,.\,q^{u-k} - (q^u - 1)}.$$

k müßte, damit n nicht negativ wird, kleiner als u/2 sein. Unter dieser Voraussetzung wird aber $B_k > B_u$ und für die Umtriebszeit k würde sich dann ein positiver Waldreinertrag berechnen. Der Waldreinertrag für u Flächeneinheiten ist $= A_u + D_k - c - uv$. Für die Umtriebszeit k erhalten wir, wenn $D_k + x = A_k$, $\frac{D_k + x - c}{k} - v$ für die Flächeneinheit und $\frac{u}{k}(D + x - c) - uv$ für u Flächeneinheiten. Es versteht sich von selbst, daß die vorstehenden Erörterungen nur den Zweck haben können, die behandelte Frage theoretisch klarzustellen, was jedoch auch für die Klarheit der praktischen Behandlung von Wert sein dürfte.

werden. Auch ist es möglich, daß je nach Vornahme einer Durchforstung ein Maximum eintritt, wenn es versäumt wird, rechtzeitig eine weitere Durchforstung einzulegen. Dann kann durch die Preisgestaltung der Eintritt mehrerer Maxima bedingt werden. 12—16jährige Eichen können einen ansehnlichen Ertrag durch Rindennutzung abwerfen. Später ist die Rinde weniger oder gar nicht mehr brauchbar, während der Holzertrag nur in verhältnismäßig geringem Maße zunimmt, der Bodenerwartungswert ist infolge dessen gesunken. Von einer gewissen Zeit ab steigt er wieder, um schließlich ein weiteres Maximum zu erreichen. Aehnliches kann auch bei Fichten (Christbäumen, Hopfenstangen) und anderen Holzarten eintreten. Ebenso ist es möglich, daß infolge eines Lichtungshiebes, insbesondere aber infolge davon, daß für ältere Hölzer von bestimmter Stärke verhältnismäßig hohe Preise gezahlt werden, der Bodenerwartungswert noch ein zweites Maximum aufweist. In solchen Fällen würde für die Wirtschaft das absolute Maximum entscheidend sein. Im übrigen aber wird meist nur ein Maximum eintreten oder es sind andere, die außer demselben beobachtet werden, doch nur als kleine Schwankungen in einem aufsteigenden oder fallenden Verlaufe zu betrachten.

Aendern sich nun die Größen, welche in der Formel des Bodenerwartungswertes vorkommen, so wird auch damit der Eintritt des Maximums verschoben. Derselbe erfolgt umso später, je höher die Kulturkosten und je niedriger der unterstellte Zinsfuß. Es tritt um so früher ein, je höher unter sonst gleichen Umständen die Vorerträge sind und je frühzeitiger dieselben eingehen.

§ 29. 3. Der Erwartungswert von Blößen, welche für sich bewirtschaftet werden sollen, ist in der oben dargelegten Weise zu berechnen. Hierüber besteht wohl kaum eine Meinungsverschiedenheit. Streit dagegen veranlaßte die Frage, wie solche Blößen, die einer Betriebsklasse eingereiht werden sollen, zu behandeln seien.

Ein Grundstück kann, infolge des besonderen örtlichen oder wirtschaftlichen Zusammenhangs, in dem es mit einem anderen oder mit einer Unternehmung überhaupt steht, wertvoller sein, als wenn es für sich allein benützt werden müßte. So kann allenfalls durch Erwerb eine Blöße eine vorhandene Lücke in einem gegebenen Wirtschaftsganzen passend ausgefüllt werden, sie ermöglicht eine zweckmäßige Abrundung, eine verhältnismäßige Minderung der Kosten für Verwaltung, Schutz, Transport etc. Nun glaubte man aber auch (z. B. in der preuß. Anleitung zur Waldwertrechnung § 9 und § 23), die einem Betriebsganzen zugefügte Blöße sei aus dem Grunde wertvoller, weil ihre Zukunftserträge gleichsam jetzt schon aus dem vorhandenen haubaren Vorrat entnommen werden könnten, und daß deswegen für eine Blöße ebensoviel gezahlt werden könne, wie wenn sie selbst normal bestockt sei. Diese Anschauung ist nicht zutreffend. Die Blöße kann nur dann besser bezahlt werden, wenn ihre Vereinigung mit dem Betriebsganzen eine verhältnismäßige Kostenminderung bewirkt, oder den Uebergang zu normaler Bestockung erleichtert. Im übrigen würden etwaige Mehrnutzungen auch ohne Zufügung der Blöße möglich sein oder sie sind überhaupt wirtschaftlich unzulässig, ja es können unter Umständen sogar durch Zufügung der Blöße die Schwierigkeiten für wirtschaftliche Regelung des Ertrags noch erhöht statt vermindert werden. Welche Sätze voll oder nur teilweise beim Erwerb von Blößen in Anrechnung kommen müßten, welche Kosten ganz außer Betracht bleiben können, darüber lassen sich keine allgemeinen Vorschriften erteilen. Von Fall zu Fall wäre zu bestimmen, welche Aufwendungen zu ersparen, welche Mehrerträge zu erzielen sind, um die höchste bei Bemessung des Preises nicht zu überschreitende Grenze festsetzen zu können.

Praktisch wird bei Feststellung des Kaufpreises für Waldboden, welcher einem vorhandenen Wirtschaftsganzen eingefügt werden soll, vor allem eine Anrechnung der Verwaltungskosten meist unterbleiben können, da in der Regel eine Mehraufwendung an solchen mit der Erwerbung nicht verbunden ist.

§ 30. 4. Die Frage, ob die Bodenrente unter die Kosten gestellt werden dürfe, ist durchaus bedingter Natur. Oft ist sie, u. a. auch von Nationalökonomen, in nicht zutreffender Weise behandelt worden. v. Berg meinte (Staatsforstwirtschaftslehre, Leipz. 1851 S. 41): „Die Waldwirtschaft fällt in ihrer ganzen Ausdehnung einem solchen Boden anheim, welcher ohne sie eine Rente gar nicht gewähren würde, und deshalb ist das Bodenkapital für das Waldgewerbe immer niedriger zu veranschlagen als für die Landwirtschaft, ja es kann, wenn der Boden ohne Holzwuchs gar nicht benutzt werden kann, ganz ohne Wert sein."

Wenn der Boden bei landwirtschaftlicher Benützung keine Rente ergibt, bei forstlicher Verwendung aber eine solche abwirft, so ist er jedenfalls auch für die Waldwirtschaft nicht niedriger zu veranschlagen wie für die Landwirtschaft. Und wenn der Boden überhaupt nur durch Holzzucht ausgenützt werden kann, so ist er deswegen keineswegs wertlos. Auch U. Eggert (Zeitschrift für Nationalökonomie und Statistik von 1883) u. a. meinten, bei absolutem Waldboden sei die Rente nicht unter die Kosten zu stellen. Nun haben wir hier je nach dem Zwecke der Rechnung zu unterscheiden. Handelt es sich um die Ermittelung der Rente selbst, dann können wir dieselbe natürlich nicht unter den Aufwendungen verrechnen. Soll nun aber die beste Benützungsweise des Bodens ausfindig gemacht werden, so sind je die Maxima für die verschiedensten Erzeugnisse und Betriebsweisen zu bestimmen und einander vergleichend gegenüber zu setzen. Bei solchen Vergleichungen bringen wir allerdings eine Rente der anderen als Kosten in Anrechnung. Hierbei bleibt es sich ganz gleich, ob Weizen, Kartoffeln, Fichten, Buchen, Kiefern etc. oder ob lediglich forstliche Gewächse angebaut werden können. Verlangt der Volkswirt, daß das auch landwirtschaftlich nutzbare Gelände bei forstlicher Verwendung wenigstens die Rente abwerfe, welche die landwirtschaftliche Verwertung in Aussicht stellt, so muß er grundsätzlich auch fordern, daß die eine Holzart nur dann erzogen werde, wenn sie mindestens ebenso lohnend ist wie die andere. Zwischen bedingtem und unbedingtem Waldboden kann hier kein Unterschied gemacht werden. Unter Umständen ist sogar die Rente unter die Kosten zu stellen, wenn nur eine einzige Holzart in Betracht kommt, so in der Formel des Weiserprozentes. Wer der Sache auf den Grund geht, wird überhaupt leicht in der berührten Frage das Richtige finden.

5. Die richtige Berechnung des Bodenerwartungswertes ist mit großen Schwierigkeiten verknüpft. Man muß von vornherein darauf Verzicht leisten, vollständige Genauigkeit erzielen zu wollen, und hat sich damit zu bescheiden, dem erstrebten Ziele so nahe zu kommen, wie es eben unsere Kenntnisse und Hilfsmittel ermöglichen. Zunächst sind die Naturalerträge für die verschiedenen Wirtschaftsweisen nicht fest bestimmt. Unsere Ertragstafeln, auch wenn sie rein örtlicher Natur sind, enthalten Angaben, welche doch nur als wahrscheinlich oder durchschnittlich zutreffend betrachtet werden können. Außerdem stützen sie sich nur auf bestimmt gegebene Wirtschaftsweisen, während die Zukunft die herkömmliche, oft recht schablonenmäßige Technik wesentlich umgestalten kann. Dann sind Preise und Kostensätze nicht für alle Zeiten die gleichen. Dieselben können das Bestreben aufweisen, sich zu erhöhen oder zu mindern. Ebenso ist der Zinsfuß nicht unveränderlich. Wir können hier nur erreichen, was nach menschlichem Ermessen als das beste erscheint. Erachten wir eine Aenderung als unwahrscheinlich, so rechnen wir lediglich mit

der einmal gegebenen Lage der Dinge; ist aber eine Aenderung als wahrscheinlich anzunehmen, so verfahren wir in der Art, wie dies auch in anderen Wirtschaftszweigen geschieht. Wir haben uns und unsere Wirtschaft dann so viel wie möglich der Wirklichkeit anzupassen. Im übrigen sind jene Schwierigkeiten nicht gerade eine ausschließliche Eigentümlichkeit der sog. Reinertragstheorie, sie kleben der Forstwirtschaft überhaupt an, ganz unabhängig von der Richtung, welcher man huldigt und von der Methode, nach welcher man rechnet.

Die Tatsache, daß die Höhe des Bodenerwartungswertes in hohem Maße von den einzelnen in die Rechnung einzusetzenden Faktoren beeinflußt wird, insbesondere der Umstand, daß er mit dem Verkehrswerte häufig nicht übereinstimmt, ja sogar für viele Fälle trotz tatsächlich positiver Erträge einen negativen Wert annimmt, hat nicht nur zu den in § 26 f. erwähnten Abänderungsvorschlägen für die Berechnungsweise, sondern bei Manchen überhaupt zur prinzipiellen Ablehnung des B_e als Unterlage für die Wertsbemessung des Bodens geführt. Man muß sich jedoch vergegenwärtigen, daß den wesentlichsten Einwendungen durch die Wahl eines nach obigen Grundsätzen entsprechend niedrig gewählten Zinsfußes der Boden entzogen wird und daß das Maximum des B_e tatsächlich die durch die Wirtschaft erzielbare Summe der Bodenerträgnisse repräsentiert. Wenn man trotzdem im Handel und Wandel höhere Beträge für den Erwerb auch von solchem Grund und Boden, welcher nur für forstliche Benützung in Frage kommen kann, verausgabt, so täuschen sich die Erwerber entweder über den wahren Wert, oder sie messen dem Boden einen Affektionswert bei, der, weil jeweils ganz individuell, auch bei jeder anderen Bewertungsmethode dieselben Unstimmigkeiten herbeiführen müßte.

Auch in solchen Fällen behält darum der Bodenerwartungswert seine Bedeutung, zum mindesten als untere Grenze des Wertes bei, oft als einziger Anhaltspunkt, während im übrigen seine Wichtigkeit als Maßstab zur Prüfung der Einträglichkeit einer Wirtschaft ganz unbestreitbar anerkannt werden muß. Andere Wertsberechnungsmethoden z. B. die von Riebel, Frey, Baur u. a. entbehren der inneren Berechtigung und liefern dabei im einzelnen Falle ebenso von den wirklichen Kaufpreisen abweichende Resultate.

b. Die Bemessung des Bodenkapitals nach erfolgten Aufwendungen (sog. Bodenkostenwert).

§ 31. Die Summierung der Aufwendungen, welche erforderlich waren, um einen Boden zu erlangen oder denselben in kulturfähigen Zustand zu versetzen, hat lediglich eine Bedeutung für den Fall, daß ein tatsächlich erzielter wirtschaftlicher Erfolg ermittelt, ein erzielter Gewinn (bezw. Verlust) berechnet werden soll. Für Bestimmung der Wirtschaft selbst ist der Begriff des sog. Bodenkostenwertes nicht zu verwenden. Ob man den Boden gekauft oder geerbt hat, ob man für Durchbrechung von Ortstein große Summen verausgabte oder ob man den Naturboden einfach benutzen konnte, wie er eben vorlag, ist hier ohne jedwede Bedeutung. In vielen Fällen wurden überhaupt keine Kosten aufgewandt, oder die Kosten der Vergangenheit lassen sich nicht mehr ermitteln.

c. Veranschlagung des Bodenkapitals nach den aus Bodenverkäufen erzielten Erlösen (sog. Bodenverkaufswert).

§ 32. Sind Böden von der gleichen örtlichen und wirtschaftlichen Beschaffenheit und Lage, wie derjenige, um dessen Schätzung es sich handelt, seither verkauft worden, so kann man unter den geeigneten Voraussetzungen einfach die Ergebnisse,

zu welchen bereits andere gelangten, benützen. Dies wird insbesondere dann der Fall sein können, wenn die Zahl der Bodenverkäufe genügend groß ist, so daß etwaige Fehler einzelner Schätzungen und Rechnungen sich im Durchschnitt begleichen. Vorzüglich könnten die Erlöse aus anderen Verkäufen bei der Einschätzung kleiner Waldgrundstücke, zumal wenn die Erhebung der Erträge und Kosten selbst mit großen Schwierigkeiten verbunden ist, recht gute Dienste leisten. Dagegen ist jene Erleichterung ausgeschlossen, wenn man annehmen darf, daß aus Irrtum oder aus irgend welchen anderen Ursachen zu hohe oder zu niedere Preise bezahlt wurden. Zwar könnte, wenn der Bedingung nicht genügt würde, daß bei den verkauften Böden die wirtschaftlichen Verhältnisse, Lage und Beschaffenheit die gleichen waren, durch entsprechende Verbesserungen nachgeholfen werden, indem man für höhere oder niedrigere Kosten für Verwaltung, Schutz, Transport etc. passende Summen für je 1 ha in Anrechnung bringt. Doch würden alsdann direkte Erhebungen meist den Vorzug verdienen. In der Wirklichkeit kommen wenig Verkäufe von Waldgrund vor; wo aber solche stattgefunden haben, da können die erzielten Erlöse immerhin als Anhalt für Schätzungen und Rechnungen benutzt werden, wie dies in der Landwirtschaft bezüglich der Kauf- und Pachtschillinge geschieht. Uebrigens braucht der verkaufte Boden nicht gerade Waldgelände zu sein.

Insbesondere können örtliche Verkaufswerte von Nichtwaldboden sehr wohl als Maßstab für die bei Verkauf von Waldboden zu verlangenden Preise abgeben, wenn das zu veräußernde Gelände zu anderer als forstlicher Benutzung (z. B. zu Agrikulturzwecken oder zu Bauterrain) bestimmt ist.

2. Der Bestand.

A. Der Einzelbestand.

a. Bemessung des Bestandeskapitales nach den bei etwaigem Abtrieb zu erzielenden Erlösen (sog. Bestandesverbrauchswert).

§ 33. Die Kenntnis des sog. Bestandesverbrauchswertes hat für die Wirtschaft große Wichtigkeit. Die meisten Erzeugnisse der Landwirtschaft sind zu fest bestimmter Zeit erntereif; die Hauptnutzungen des Waldes dagegen können während einer längeren Reihe von Jahren fast jederzeit geerntet werden. Es handelt sich dann in der Wirtschaft um Bestimmung des Zeitpunktes, zu welchem Hieb und Neukultur am vorteilhaftesten sind. Ferner würde der Bestandesverbrauchswert bei Bemessung von zu gewährenden Entschädigungen eine Rolle spielen, sobald derselbe, weil der Bestand dem Bezugsberechtigten verbleibt, von der zu gewährenden Summe in Abzug zu bringen ist. Die Bestimmung der Massen und insbesondere der einzelnen Sortimente hätte auf Grund wirklicher Erhebungen, an der Hand von Ertragstafeln etc. nach den bekannten einfachen Verfahren zu erfolgen. Größere Schwierigkeiten würde oft die Preisbemessung bieten, da hier nicht allein auf die augenblickliche Gestaltung der Marktverhältnisse, sondern auch darauf Rücksicht zu nehmen ist, ob und zu welchem Preise etwa eine größere Menge Holz abgesetzt werden kann. Ist die Menge des zu verkaufenden Holzes verhältnismäßig klein, so daß ein Preisrückgang nicht zu befürchten ist, so können einfach die augenblicklichen Marktpreise in Rechnung gestellt werden. Dies wird um so mehr möglich, je entwickelter die Verkehrsverhältnisse sind. Verfehlt dagegen wäre die Rechnung, wenn man die derzeitigen normalen Preise für größere Massen zugrunde legen wollte, welche nur in beschränkter Menge zu solchem Preise verwertbar sind. Bei einem bereits eingeführten regelmäßigen Betrieb kommen die gedachten Schwierigkeiten weniger in Frage, das jugendliche Holz wird einfach nicht abgetrieben, das erntereife aber kann regelmäßig zu normalem

Preise abgesetzt werden. Anders ist es, wenn es sich bei vorzunehmenden Rodungen, Bestandsumwandlungen, Vorratsminderungen um den Verkauf verhältnismäßig großer Mengen handelt. Alsdann müßte, und zwar um so mehr, je kleiner das Absatzgebiet, je weniger entwickelt das Transportwesen, die Möglichkeit einer Preiserniedrigung in Rücksicht gezogen werden. Dieselbe mathematisch scharf zu berechnen, ist freilich unmöglich. Hier hat, wie in vielen Fällen des praktischen Lebens, die sachverständige Schätzung Platz zu greifen, wie sie allerdings nur bei genügender Fühlung mit dem Markte zu erwarten ist.

In den ersten Jahren nach der Bestandesbegründung ist der Bestandesverbrauchswert meist negativ; die Kosten für Ernte, bezw. für Transport übersteigen den zu erhoffenden Erlös. Wenn trotzdem unter Umständen geerntet wird (Ausjätung, Durchforstungen), so geschieht dies mit Rücksicht auf den verbleibenden Bestand; die Nutzung hat den Zweck der Bestandespflege. Mit zunehmendem Alter steigt der Bestandesverbrauchswert und zwar mit Schwankungen, wenn von Zeit zu Zeit Durchforstungen eingelegt werden. Nachdem ein Wendepunkt (Zeit, in welcher der laufende Zuwachs kulminiert) eingetreten, wird das weitere Wachstum mehr und mehr verlangsamt, bis endlich ein Maximum erreicht wird. Infolge von natürlichen Auslichtungen und Verringerung der Brauchbarkeit des älteren Holzes beginnt jetzt der Bestandesverbrauchswert zu sinken.

b. Die Bemessung des Bestandeskapitales nach den von demselben bei späterem Abtrieb zu erwartenden Reinerträgen (sog. Bestandeserwartungswert).

§ 34. Der m-jährige Bestand stellt noch eine Reihe von Zwischennutzungen und schließlich im Jahre u den Abtriebsertrag A_u in Aussicht. Letzterer ist zur Zeit m zu veranschlagen auf $\frac{A_u}{1{,}0p^{u-m}}$. Die Zwischennutzungen seien, alle auf das Jahr n bezogen, gleich D_n. Dieselben sind im Jahre m gleich $\frac{D_n}{1{,}0p^{n-m}}$ oder $= \frac{D_n\, 1{,}0p^{u-n}}{1{,}0p^{u-m}}$.

An Aufwendungen für Erhaltung und Pflege des Bestandes kommen die Verwaltungskosten in Betracht, dieselben sind zur Zeit u gleich $\frac{v}{0{,}0p}\ (1{,}0p^{u-m} - 1)$, zur Zeit m gleich $V\ \frac{1{,}0p^{u-m} - 1}{1{,}0p^{u-m}}$.

Nun kann, so lange der Bestand vorhanden ist, der Boden nicht anderweit verwandt werden. Demgemäß sind auch die Renten, welche der letztere bei jetzt erfolgendem Abtrieb in Aussicht stellen würde, dem Bestande zur Last zu setzen und zwar ist, wenn eine freie Wahl zwischen verschiedenen Bewirtschaftungsarten zulässig ist, die höchste Rente, welche gezogen werden könnte, in die Rechnung einzuführen. Ist die Benutzung als Waldboden für die gegebene Holz- und Betriebsart am vorteilhaftesten, so ist die Rente des betreffenden Bodenerwartungswertes unter die Kosten zu rechnen. Verspricht dagegen eine andere Benutzungsweise größeren Gewinn, so ist eine Umwandlung am Platze, wenn auch noch ein zeitweiliges weiteres Belassen des einmal vorhandenen Bestandes wegen demnächst zu erwartender Preis- und Zuwachssteigerungen als geboten erscheinen kann. In diesem Falle würde diese anderweite Nutzung in Anrechnung kommen, um zu erkennen, wann Abtrieb und Umwandlung vorzunehmen sind. Muß freilich die gegebene Bewirtschaftungsweise aus irgend einem Grunde dauernd beibehalten werden, so ist auch lediglich diese

in Rechnung zu stellen. Die Summe der von den Erträgen in Abzug zu bringenden Bodenrenten, bezogen auf das Jahr m, ist gleich B $\frac{(1{,}0p^{u-m}-1)}{1{,}0p^{u-m}}$.

Hiernach ist der Erwartungswert des m jährigen Bestandes:

$$HE_m = \frac{A_u + D_n 1{,}0p^{u-n} - (B+V)(1{,}0p^{u-m}-1)}{1{,}0p^{u-m}}$$

oder in einer anderen, für die Berechnung bequemeren Schreibweise

$$HE_m = \frac{A_u + D_n 1{,}0p^{u-n} + B + V}{1{,}0p^{u-m}} - (B+V).$$

Ist der Bestand abnorm, so sind selbstverständlich nicht die normalen Erträge A_u, D_n in Rechnung zu stellen, sondern diejenigen, welche nach Maßgabe der Bestandesbeschaffenheit als wahrscheinlich zu betrachten sind. Das Gleiche gilt von etwaigen außerordentlichen Aufwendungen.

Bringt man sämtliche Nebennutzungen unter den Erträgen in Anrechnung, so ist auch die Bodenrente unverkürzt unter die Kosten zu stellen. Wenn man jedoch solche Nebennutzungen, welche nicht durch das Vorhandensein des Bestandes bedingt sind und die demnach auch ohne dasselbe zu jeder Zeit bezogen werden könnten, nicht unter den Erträgen aufführen will, so sind sie auch nicht den Kosten zuzuschlagen. Welches Verfahren man einschlagen will, ist ganz gleich. Bei dem einen gelangt man zum gleichen Ergebnis wie bei dem anderen.

Gehen solche Nebennutzungen alljährlich im Betrage von N ein, so können wir setzen:

$$B = B_1 + \frac{N}{0{,}0p}, \text{ und es ist:}$$

$$HE_m = \frac{A_u + D_n 1{,}0p^{u-n} + \frac{N}{0{,}0p}(1{,}0p^{u-m}-1) - \left(B_1 + \frac{N}{0{,}0p} + V\right)(1{,}0p^{u-m}-1)}{1{,}0p^{u-m}}$$

Ist B als feste Summe gegeben, so muß N unter den Erträgen verrechnet werden; dies darf dagegen nicht geschehen, sobald B_1 in die Formel eingeführt wird.

Wir können uns nun auch den Fall denken, gewisse Nebennutzungen seien derart mit dem Boden verknüpft, daß sie mit und ohne Bestand nur zu bestimmt gegebenen Zeiten bezogen werden können. Steht bei einem m jährigen Bestande eine solche Nutzung N_i nach i—m Jahren in Aussicht, und würde dieselbe, auch wenn der Bestand abgetrieben wird, zu dieser Zeit eingehen, so wäre der Bestandeserwartungswert (von v abgesehen):

$$\frac{A_u + D_n q^{u-n} + N_i q^{u-i} + B}{q^{u-m}} - B_1 \;.\;.\;.\;.\; 1.$$

B würde in diesem Falle sein $= \frac{A_u + D_n q^{u-n} + N_i q^{u-i}}{q^u - 1}$, da nach dem zur Zeit u erfolgenden Abtrieb, der Voraussetzung gemäß, N_i zum ersten Male in i Jahren, von da ab wiederholt alle u Jahre vereinnahmt würde. B_1 dagegen würde sein

$$= \frac{A_u + D_n q^{u-n} + N_i q^{n+m-i}}{q^u - 1}.$$

Denn es ist angenommen, daß, wenn auch jetzt abgetrieben würde, die erste Nebennutzung zur fest bestimmten Zeit nach i—m Jahren bezogen werden kann. Aus obiger Formel 1 erhalten wir

$$HE_m = \frac{(A_u + D_n q^{u-n})(q^m - 1)}{q^u - 1}.$$

Hätten wir N_i nicht unter den Einnahmen in Rechnung gebracht, so dürften wir auch den Bestand nicht mit der entsprechenden Summe belasten. Wir hätten alsdann $\frac{A_u + D_n q^{u-n} - B_2(q^{u-m}-1)}{q^{u-m}}$. In diesem Falle wäre B_2 zu setzen gleich $\frac{A_u + D_n q^{u-n}}{q^u - 1}$ und wir erhalten ganz wie oben: $HE_m = \frac{(A_u + D_n q^{u-n})(q^m - 1)}{q^u - 1}$. Wer streng folgerichtig

verfährt, wird den hier auftretenden geringen Rechnungsschwierigkeiten leicht gewachsen sein.

Ist B negativ, d. h. übersteigen die Kosten der Bewirtschaftung die Erträge, so hat man an Stelle der ungünstigen Wirtschaft eine andere zu setzen, insbesondere möglichst an Kosten zu sparen. Ist aber in dieser Beziehung keine Besserung zu erzielen, so überläßt man den Boden am besten sich selbst. Kann jedoch die Wirtschaft nicht geändert, muß z. B. eine unvorteilhafte Holz- oder Betriebsart dauernd beibehalten werden, so ist der Boden als „fressendes Kapital" zu betrachten. Ist ein solcher Boden bereits bestockt, so können Waldwert (W) wie Bestandeserwartungswert ganz gut positiv sein, sobald m eine bestimmte Höhe erreicht hat. Das Ergebnis $W = H - B$ und $H = W + B$ klingt nun freilich paradox. Doch können wir den hier scheinbar vorliegenden Widerspruch, daß der Bestandeswert größer als der Waldwert ist, leicht lösen. Der Bestandeserwartungswert ist, wenn B negativ und wenn wir dies im Vorzeichen ausdrücken,

$$HE_m = \frac{A_u + D_n 1{,}0p^{u-n} + (B - V)(1{,}0p^{u-m} - 1)}{1{,}0p^{u-m}}.$$

Derselbe ist größer als die Summe der zu erwartenden positiven Erträge. Dies rührt daher, daß wir, so lange der Bestand erhalten wird, die Verluste sparen, welche mit einer Neubegründung verbunden sind. Haben wir einen Bestand, welcher nach u—m Jahren A_u zu liefern verspricht, und wird derselbe durch Frevel zugrunde gerichtet, so haben wir einmal einen Schadenersatz zu beanspruchen von $\frac{A_u}{1{,}0p^{u-m}}$. Sind wir nun aus irgendwelchen Gründen verpflichtet, den Boden sofort wieder neu zu kultivieren, so haben wir auch Ersatz für die aus der frühzeitigen Kultur erwachsenden Verluste zu fordern. Der Haftpflichtige, welcher nur den Bestand vernichtet hat, muß doch zahlen: $\frac{A_u + (B - V)(1{,}0p^{u-m} - 1)}{1{,}0p^{u-m}}$, während der Waldwert, d. h. die Summe, zu welcher der Wald zu veranschlagen gewesen wäre, wenn der Bestand ungestört hätte weiter wachsen können, sich tatsächlich niedriger berechnet.

§ 35. Die Größe des Bestandeserwartungswertes ist abhängig:

1. vom Bestandesalter m. Ist $m = u$, so sind keine Zwischennutzungen mehr zu beziehen und auch keine Kosten zu verausgaben. Zu erwarten ist A_u und demnach $HE_u = A_u$.

$$\text{Für } m = 0 \text{ ist } HE_0 = \frac{A_u + D_k 1{,}0p^{u-k} - (B + V)(1{,}0p^u - 1)}{1{,}0p^u}$$

Setzen wir für B die Formel des Bodenerwartungswertes ein, d. h. unterstellen wir, daß durch die Erträge gerade die Bodenrenten und die Verwaltungskosten gedeckt werden, so erhalten wir $HE_u = c$. Der Bestandeserwartungswert ist gleich den eben verausgabten Kulturkosten. Kommen keine Zwischennutzungen in Betracht, so ist $HE_m = \frac{A_u + B + V}{1{,}0p^{u-m}} - (B + V)$, der Bestandeserwartungswert steigt stetig mit m. Werden Durchforstungen eingelegt, so wird dieses Steigen von Zeit zu Zeit, je nach Vornahme einer Durchforstung unterbrochen. Es ist nicht allein denkbar, sondern auch praktisch möglich (starker Lichtungshieb), daß nach einer solchen der Bestandeserwartungswert sehr stark sinkt, ohne wieder die frühere Höhe zu erreichen.

2. Von Einfluß ist weiter die Höhe des Zinsfußes. Es ist

$$HE_m = \frac{A_u + B + V}{1{,}0p^{u-m}} + \frac{D_n}{1{,}0p^{n-m}} - (B + V).$$

Je höher bei gleichbleibendem B der Zinsfuß, um so niedriger der Bestandeserwartungswert. Dies gilt auch meist für den Fall, daß statt des konstanten B die Formel des von p abhängigen Bodenerwartungswertes eingesetzt wird. Ausnahmen von dieser Regel sind nicht allein theoretisch denkbar, sondern auch wohl praktisch möglich, so daß der Bestandeserwartungswert eine Zeit lang mit steigendem Zinsfuß zunimmt, ein Maximum erreicht und dann erst mit wachsendem Zinsfuß sinkt.

Nehmen wir der Einfachheit halber an, es gingen nur einmal Zwischennutzungen im Jahre k ein und es sei $k > m$. Es wäre zu untersuchen, unter welchen Bedingungen noch eine Zunahme von HE stattfindet.

Als solche Bedingung ergibt sich:

$$D_k \cdot q^{u-k} \cdot \left[\frac{u-k}{\frac{u \cdot q^u}{q^u-1} - \frac{m \cdot q^m}{q^m-1}} \right] > A_u$$

Ferner würde, damit die Umtriebszeit u vorteilhafter ist als die k jährige Umtriebszeit, noch der Bedingung $B_u > B_k$ genügt werden müssen.

Für $u = 100$, $m = 70$, $k = 72$, $A = 30$, $D_k = 100$ berechnet sich bei Zugrundelegung eines Zinsfußes von

	1%	1½%	2%	2½%	3%	3½%	4%	5%
HE auf	95	97,4	98,0	98,2	98,5	97,4	96,3	95,0
B auf	95	53	33	21	14	9,6	7	3,3

Für $u = 80$, $k = 62$, $m = 60$, $D_k = 100$, $A = 20$ erhält man

	1%	1½%	2%	2½%	3%	3½%	4%	5%
HE =	93,8	95,0	95,8	96,4	97,8	96,3	95,2	94,7
B =	115	66	42	28	20	14	10	5,4

Es ist recht gut möglich, auch praktischere Beispiele mit mehr Durchforstungen, insbesondere für den sog. Lichtungsbetrieb, aufzustellen.

3. Von Interesse ist ferner der Einfluß, den die Höhe der Umtriebszeit auf die Größe des Bestandeserwartungswertes ausübt.

$$\text{Es ist HE} = \frac{A + \frac{D_a}{q^a} + \frac{D_n}{q^n} - c}{q^x - 1}(q^m - 1) + \left\{ \frac{D_n}{q^n}(q^m - 1) - \frac{D_a}{q^a} + c \right\}$$

$$\text{und } B_e = \frac{A + \frac{D_a}{q^a} + \frac{D_n}{q^n} - c}{q^x - 1} + \left\{ \frac{D_n}{q^n} + \frac{D_a}{q^a} - c - V \right\}.$$

Die eingeklammerten Größen sind sämtlich fest gegeben und unabhängig von x. Demnach erreicht der Erwartungswert des normalen Bestandes für dieselbe Umtriebszeit ein Maximum wie der Bodenerwartungswert. Hat nun das Alter des Bestandes die Zeit der finanziellen Hiebsreife bereits überschritten, so kann die finanzielle Umtriebszeit für ihn nicht mehr in Betracht kommen. Sein Alter wäre zunächst mit höher liegenden zu vergleichen. Ist dies Alter =u, so wäre, wenn wir nur Haubarkeitserträge unterstellen, das Maximum von:

$$HE = \left\{ A_{u+x} - B_{u+x}(q_x - 1) \right\} \frac{1}{q_x} \text{ zu bestimmen. Nun ist}$$

$$B_{u+x} = \frac{A_{u+x}}{q^{u+x} - 1}. \text{ Demnach } HE = (q^u - 1) B_{u+x}.$$

B_{u+x} wird mit steigendem x immer kleiner. Sonach ist der Bestandeserwartungswert am größten für $x = 0$. Der Bestand wird gehauen und nachher würde eine höhere Umtriebszeit als die finanzielle nicht mehr in Frage kommen. Bei abnormen Beständen erreicht der Bestandeserwartungswert ebenfalls für diejenige Abtriebszeit ein Maximum, welche als die finanziell vorteilhafteste zu bezeichnen ist.

Ist die Größe B in der Formel für HE unabhängig von der Umtriebszeit, so tritt das Maximum um so früher ein, je größer B und umgekehrt.

Bestandeserwartungswert und Bestandesverbrauchswert.

§ 36. Um zu untersuchen, unter welchen Bedingungen:

$$HE_m = \frac{A_{u_1} + D_n q^{u_1-n} - (B+V)(q^{u_1-m}-1)}{q^{u_1-m}} \gtreqless A_m$$ ist, füge ich auf beiden Seiten dieser Ungleichung $D_a q^{m-a} - cq^m - (B+V)(q^m-1)$ zu und erhalte

$$\frac{A_{u_1} + D_a q^{u_1-a} + D_n q^{u_1-n} - qc^{u_1} - (B+V)(q^{u_1}-1)}{q^{u_1-m}} \gtreqless A_m + D_a q^{m-a} - cq^m - (B+V)(q^m-1)$$

und hieraus weiter:

$$(B_{u_1} - B)\ (q^{u_1}-1) \gtreqless (B_m - B)(q^{u_1} - q^{u_1-m}).$$

u_1 bedeutet hier die einzuhaltende Umtriebszeit, bezw. das fest bestimmte Abtriebsalter, m das veränderliche Bestandesalter, B_m und B_x die für Umtriebszeiten von m und x Jahren berechneten Bodenerwartungswerte, B den in die Formel für HE_m eingestellten Bodenwert.

Für $m = u_1$ erhalten wir eine Identität, demnach ist der Bestandeserwartungswert am Schlusse der Umtriebszeit immer gleich dem Bestandesverbrauchswert. Dies gilt für jedes beliebige u, und auch für jedes beliebige B.

Bedeutet u die Umtriebszeit, für welche der Bodenerwartungswert ein Maximum ist, so haben wir zu unterscheiden:

1. $u_1 \leq u$ und $B = B_{u_1}$. Wir erhalten: $0 \gtreqless (B_m - B_{u_1})\ (q^{u_1} - q^{u_1-m})$. Alsdann ist HE nur zur Zeit u gleich A, vorher ist, da $B_m < B_{u_1}$, also da die rechte Seite unserer Ungleichung negativ ist, HE stets größer als A. Dies gilt auch für den Fall, daß $B < B_{u_1}$. Alsdann ist $B_{u_1} - B$ immer größer als $B_m - B$. Anders dagegen liegt die Sache, wenn $B > B_{u_1}$. In diesem Falle ist HE eine Zeit lang vor u kleiner als A. Zu einer bestimmten Zeit, für welche $(B_{u_1} - B)\ (q_{u_1} - 1) = (B_m - B)\ (q_{u_1} - q^{u_1-m})$, ist HE = A, vor dieser Zeit ist HE > A. Ueberschreitet B eine gewisse Grenze, dann ist HE immer > A.

Ist $u = 70$, $q = 1{,}03$, $B_{70} = 363$, $B_{60} = 341$, $B_{50} = 277$, $B_{40} = 174$ und $B = 390$, so ist $HE_{70} = A_{70}$; $HE_{60} < A_{60}$; $HE_{50} = A_{50}$; $HE_{40} > A_{40}$.

2. $u_1 > u$ und $B = B_{u_1}$. In diesem Falle kann $(B_m - B_{u_1})\ (q^{u_1} - q^{u_1-m})$ zweimal gleich Null werden, da B_m nicht allein zur Zeit u_1, sondern auch schon einmal vor u (etwa im Jahre u_2) $= B_{u_1}$ wird. HE wird demnach zweimal gleich A. Vor der Zeit u_2 ist $B_m < B_{u_1}$, mithin HE > A, in der Zeit zwischen den Jahren u_2 und u_1 ist $B_m > B_{u_1}$, demnach während dieser ganzen Zeit HE < A. Ist nun aber $B > B_{u_1}$, so tritt das gleiche Verhältnis ein wie unter 1. Von Interesse sind diese Fälle, in welchen $B > B_u$, für die Frage der Bestandsumwandlung und Rodung. Von der Höhe von B hängt es ab, ob die Rodung früher oder später vorzunehmen ist.

Da HE zur Zeit der Hiebsreife = A und kurze Zeit vor derselben nicht viel von A verschieden ist, so können für Zwecke praktischer Rechnungen HE und A häufig gegenseitig ersetzt werden.

Die Berechnung des Bestandeserwartungswertes abnormer Bestände bedarf hier keiner besonderen Auseinandersetzung.

c. Bemessung des Bestandeskapitales nach den für Erziehung des Bestandes aufgewandten Kosten (sog. Bestandeskostenwert).

§ 37. Der Bestandeskostenwert umfaßt die bis zu einem bestimmten Zeitpunkte für den Bestand erwachsenen positiven oder negativen Aufwendungen abzüglich der inzwischen erzielten Einnahmen, also diejenige Summe, welche durch Nutzung des Bestandes jeweilig mindestens gedeckt werden müßte, wenn die Wirt-

schaft nicht mit Verlust verbunden sein soll. Hierbei hat man in der oben erwähnten Weise zu unterscheiden zwischen wirklichen Kosten der Vergangenheit und solchen, welche in der Gegenwart als für die Wirtschaft maßgebend zu betrachten sind (subjektiver und objektiver Kostenwert. Vergl. Endres, Waldwertrechnung, 2. Aufl. S. 114).

Für Erziehung eines m jährigen Bestandes wurden aufgewandt:

1. Die Kulturkosten c, welche bis zum Jahre m aufgewachsen sind auf $c\,q^m$;

2. An Verwaltungskosten alljährlich v. Die Summe derselben beläuft sich im Jahre m auf $V\,(q^m-1)$.

3. Die Bodennutzung. m Jahre lang konnte der Boden nicht anderweit verwandt werden. Alljährlich hätte von demselben ein Nutzen von B 0,0p gezogen werden können. Die Gesamtsumme aller dieser Nutzungen, bezogen auf das Jahr m, ist gleich $B\,(q^m-1)$. Zum gleichen Ergebnis kommen wir natürlich, wenn B früher zum Ankauf verausgabt wurde.

Bis zum Jahre m wurden verschiedene Einnahmen erzielt. Denken wir uns dieselben sämtlich auf das Jahr a bezogen, zu welcher Zeit sie gleich D_a sein mögen, so sind sie im Jahre m aufgewachsen auf $D_a q^{m-a}$.

So erhalten wir denn als Formel für den Bestandskostenwert:

$$HK_m = (B+V)\,(q^m-1) + cq^m - D_a\,q^{m-a}.$$

Streng genommen dürften Bodennutzungen, welche mit und ohne Vorhandensein des Bestandes gezogen werden können, nicht unter den den Bestand belastenden Kosten verrechnet werden. In diesem Falle würden sie aber auch nicht unter den in Abzug zu bringenden Einnahmen erscheinen. Für die Größe von HK bleibt es demnach ganz gleich, ob wir die volle Bodenrente verrechnen oder nur einen Teil derselben. Im einen Fall erhalten wir $(B_1+V)\,(q^m-1) + cq^m - D^a q^{m-a}$, im anderen dagegen $(B_1+B_2+V)(q^m-1) + cq^m - D_a q^{m-a} - B_2(q^m-1)$, also eine einfache Identität.

Ermitteln wir den Bestandeskostenwert zu dem Zwecke, um die einzuhaltende Wirtschaft zu bestimmen, so haben wir unter der Voraussetzung, daß der Boden am besten dauernd für die eingeführte Wirtschaft verwandt wird, den Bodenerwartungswert und zwar das Maximum desselben unter den Kosten zu verrechnen. In diesem Falle herrscht wirtschaftliches Gleichgewicht, d. h. es ergibt die Wirtschaft rechnungsmäßig weder Gewinn noch Verlust, die Kosten sind zu jeder Zeit gleich den auf dieselbe Zeit bezogenen in Aussicht stehenden Erträgen, d. h. es ist HK=HE. Denn es ist

$$HE_m - HK_m = \frac{A_u + D_n q^{u-n} - (B+V)\,(q^{u-m}-1)}{q^{u-m}} - \left\{(B+V)(q^m-1) + cq^m - D_a q^{m-a}\right\}$$

$$(HE_m - HK_m)q^{u-m} = A_u + D_n q^{u-n} + D_a q^{u-a} - cq^u - (B+V)\,(q^u-1)$$

$$(HE_m - HK_m)q^{u-m} = (B_u - B)\,(q^u-1)$$

Für $B = B_u$ ist HE = HK. Ist $B > B_u$, so ist HK größer als HE und umgekehrt.

Ist der Bestand abnorm, so ergibt sich auf dem gleichen Wege:

$$(HE_m - HK_m)\,q^{u-m} = (\mathfrak{B}_u - B)\,(q^u-1)$$

$\mathfrak{B}_u$, d. h. der mit den abnormen Erträgen berechnete Bodenerwartungswert ist jedenfalls kleiner als B oder B_u anzunehmen, somit auch $HK_m > HE_m$. Wenn nun immer alle Bestände abnorm sind, wenn die normalen Ertragstafeln praktisch nie passen wollen, dann sind die letzteren eigentlich keine normalen Ertragstafeln, sie enthalten vielmehr ideale Sätze, welche praktisch nicht zu verwirklichen sind. Normal ist für uns das, was bei guter Wirtschaft durchschnittlich erzielt werden kann. Entspricht B_u Sätzen dieser Art, dann ist es verkehrt, ein ideales unerreichbares $\mathfrak{B}_u$ in die Formel einzustellen.

Die Größe des Bestandeskostenwertes hängt u. a. ab:

1. vom Alter des Bestandes. Ist $m = 0$, d. h. ist der Bestand soeben erst begründet worden, so sind noch keine Nutzungen eingegangen; $q^0 - 1$ ist gleich Null; und wir erhalten $HK_0 = cq^0 = c.$, d. h. mit dem soeben erfolgten Beginn der Wirtschaft sind nur die Kulturkosten verausgabt.

Zur Zeit u ist $HK_u = A_u$ unter der Voraussetzung, daß B_u in der Formel von HK_u eingestellt wird. Wird ein $B < B_u$ in die Formel eingeführt, so würde $HK_u < A_u$ sein. Der Ertrag deckt mehr als die berechneten Kosten. Ein solches Verfahren könnte fälschlicherweise dazu veranlassen, einen hiebsreifen Bestand noch weiter überzuhalten. Ist das zugrunde gelegte $B > B_u$, so würde $HK_u > A_u$; der Bestand deckt nicht die berechneten Kosten. Ist der Boden anderweit, z. B. für eine andere Holzart, für die Landwirtschaft etc. mit größerem Vorteil verwertbar, so läßt die ungenügende Kostendeckung eine Aenderung als rätlich erscheinen.

Mit zunehmendem Bestandesalter wächst der Bestandeskostenwert, doch kann das Wachstum durch die von Zeit zu Zeit eingelegten Durchforstungen unterbrochen werden. Im übrigen gelten hier für den Fall, daß $B = B_u$ gesetzt wird, die Bemerkungen, welche oben bezüglich des Bestandeserwartungswertes gemacht wurden:

2. von der Höhe des Zinsfußes.

Ist B konstant, so ist HK um so größer, je höher der Zinsfuß und umgekehrt. $(B + V)\ (q^m - 1) + cq^m$ dürfen wir ohne weiteres als größer wie $D_a q^{m-a}$ ansehen. Rechnet man freilich nach den wirklichen Kosten der Vergangenheit, so daß etwa B und c sehr klein, oder gar gleich 0 sind, so kann leicht das Umgekehrte eintreten. Anders liegt die Sache, wenn für B die Formel des Bodenerwartungswerts eingestellt wird. Alsdann ist HE = HK und es gelten dieselben Sätze, welche oben über die Beziehungen zwischen Zinsfuß und Bestandeserwartungswert aufgestellt wurden.

Nebenbei sei noch bemerkt, daß, wenn B als feste, etwa bereits berechnete Summe gegeben ist und wenn vorausgesetzt werden darf, daß B von B_u wenig oder gar nicht abweicht, bei jüngeren Beständen, welche nur wenige Zwischennutzungen abgeworfen haben, die Bemessung des Bestandeskapitales am einfachsten durch Bestimmung des Bestandeskostenwertes erfolgt. Bei älteren Beständen, welche nicht mehr viele Zwischennutzungen in Aussicht stellen, würde die Formel des Bestandserwartungswertes bessere Dienste leisten, wenn man nicht, wie die Praxis vielfach tut, es vorzieht, an dessen Stelle den einfacher zu bestimmenden Verbrauchswert zu setzen.

Bestandskostenwert und Bestandsverbrauchswert.

$Hk_m - A_m = (B + V)\ (q^m - 1) + cq^m - D_a\, q^{u-a} - A_m$. Hieraus erhalten wir $HK_m - A_m = (B - B_m)\ (q^m - 1)$.

Ist $B = B_u$, so haben wir zur Zeit der Hiebsreife (u) $HK_u - A_u = 0$, der Bestandskostenwert ist gleich dem Bestandesverbrauchswert. Vor und nach u ist $B_m < B$, mithin $HK_m > A_m$. Setzen wir nun $B = B_u + B_1$, so haben wir

$$HK_m - A_m = (B_1 + B_u - B_m),\ (q^m - 1).$$

Ist B_1 negativ, also $B < B_u$, so ist B_m einmal vor u und dann nach u gleich $B_u + B_1 = B$, in dem zwischen diesen Jahren gelegenen Zeitabschnitt ist $A > HK$, vor und nach demselben ist dagegen $HK > A$. Ist B_1 positiv, also $B > B_u$, so ist HK_m stets größer als A_m. Denn $B_1 + B_u - B_m$ bleibt auch selbst dann, wenn B_m sein Maximum erreicht (Zeit u), positiv.

Die Bemessung des durch einzelne Bäume dargestellten Kapitales bedarf hier keiner weiteren eingehenden Besprechung, da dasselbe nach den gleichen

Grundsätzen, wie der Wert eines ganzen Bestandes berechnet werden muß. Bei einem gleichalterigen Bestande kann darum der Wert des Einzelbaumes einfach durch Division des Kapitalwertes des Bestands mit der Zahl der Bäume gefunden werden. Ist der Bestand nicht gleichalterig, bezw. gleichartig, oder handelt es sich um einen einzeln stehenden Baum, so sind die für den gegebenen Fall passenden Zahlen (Abtriebsalter, in Anspruch genommener Bodenraum etc.) erst zu ermitteln. Für die Wertsermittelung von Obstbäumen insbesondere hat F. Riebel (Wertsermittelung von Obstbäumen, Wien, Fromme o. J.) brauchbare Normen aufgestellt.

Der mehrjährige Zuwachs stellt sich formelmäßig sehr einfach dar als $HE_{m+n} - HE_m$, Unterschied der Erwartungswerte, dann als $HK_{m+n} - HK_m$, Unterschied der Kostenwerte, oder endlich als $A_{m+n} - A_m$, d. h. als Unterschied der sog. Bestandesverbrauchswerte.

Besonders interessant ist nun noch

B. Das Kapital, welches der Normalvorrat darstellt.

§ 38. Für Zwecke der Waldwertrechnung ist als Vorratskapital dasjenige anzusehen, welches zu Anfang des Jahres vorhanden ist. Bezeichnen wir das Bodenkapital mit B, das Vorratskapital mit N, so wächst der Summe B + N im Laufe des Jahres der Waldreinertrag zu. Derselbe ist der Zins von B + N.

a. Bemessung des Vorratskapitales nach dem Verbrauchswert.

Nach der Formel der sog. österr. Kameraltaxe ($N = \frac{u}{2} A_u$) wird der Haubarkeitsertrag richtig mit A_u veranschlagt; die jüngeren Bestände dagegen werden gleich dem mit ihrem Alter multiplizierten Haubarkeitsdurchschnittszuwachs gesetzt. Praktisch weicht das Ergebnis derselben von der Summierung der wirklichen Verbrauchswerte meist nicht viel ab, wenn wenigstens nicht sehr hohe oder sehr niedrige Umtriebszeiten unterstellt werden. Eine lange Reihe von Jahren hindurch, nämlich zur Zeit, in welcher die Kurve des Bestandesverbrauchswertes einen Wendepunkt aufweist (Maximum des laufenden Zuwachses), ist die Bestandesmehrung eine von Jahr zu Jahr praktisch gleiche. Liegt das Abtriebsalter zwischen der Kulmination des Durchschnittszuwachses und derjenigen des laufenden Zuwachses, so werden die älteren Bestände annähernd richtig, die jüngeren dagegen zu hoch bemessen. Ist das Abtriebsalter sehr niedrig, so können alle Bestände zu hoch veranschlagt werden, ist es sehr hoch, so kann das Gesamtergebnis viel niedriger sein als die Summe der wirklichen Verbrauchswerte. Bei einem bestimmten Alter werden sie allerdings mehr oder minder einander begleichen. Doch wird dies nur selten der wirklichen Hiebszeit entsprechen.

Die Formel der österr. Kameraltaxe leidet an einer Inkonsequenz, soweit sie wenigstens hier in Betracht kommt. Sie veranschlagt die jüngeren Bestände nicht nach ihrem wirklichen Verbrauchswerte, weil dieselben jetzt ja doch nicht abgetrieben werden, sondern sie nimmt Rücksicht auf ihre spätere Gestaltung. Verfolgen wir aber den ihr zugrunde liegenden Gedanken streng logisch weiter, so haben wir die Zukunftswerte zu diskontieren. Die Rechnung nach Jahresdurchschnitten ist falsch. Wenn die Forsteinrichtung die Formel der Kameraltaxe $N = \frac{uuz}{2} = A_u \frac{u}{2}$ setzt, so bezieht sie den normalen Materialvorrat aus Gründen der Einfachheit auf die Sommermitte, d. h. sie rechnet die Hälfte des jährlichen Zuwachses mit zum Vorratskapitale. Für die Waldwertrechnung, welche schärfer zwischen Kapital und Rente zu unterscheiden hat, ist ein solches Verfahren nicht zulässig. Es ist darum von dem Werte

$A_u \frac{u}{2}$ noch $\frac{A_u}{2}$ in Abzug zu bringen und die Formel für den Verbrauchswert des Normalvorrates hat zu lauten

$$N = A_u \frac{u-1}{2}.$$

Man hat sich wohl auch bemüht, die wirklichen Verbrauchswerte zu summieren. Die Summe derselben wäre

$$\Sigma A = A_0 + A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + \ldots + A_{u-1}.$$

Nun ist der Zuwachs immer je eine Reihe von Jahren hindurch nicht sehr veränderlich. So kann man denn im Interesse der Vereinfachung die für eine solche Zeit für die einzelnen Jahre sich ergebenden Vorräte zusammenfassen und wie arithmetische Reihen erster Ordnung summieren. Ist die Zahl der Jahre einer Reihe gleich n, so haben wir

$\Sigma A = (A_0 + A_n)\frac{n+1}{2} + (A_n + A_{2n})\frac{n+1}{2} - A_n + \ldots\ldots$ und, da $A_0 = 0$ gesetzt werden kann,

$\Sigma A = n\left(A_n + A_{2n} + A_{3n} + \ldots + \frac{A_u}{2}\right) - \frac{A_u}{2}$, wobei u durch n ohne Rest teilbar sein muß.

Will man übrigens einmal genau rechnen, so darf nicht übersehen werden, daß die jüngsten Bestände leicht negative Größen liefern. Ist z. B. $n = 20$ und $A_n = 8$, so ist die Summe der 20 jüngsten Bestände in Wirklichkeit nicht gerade gleich 80, wie die Rechnung ergeben würde, sondern sie kann unter Umständen gleich Null oder auch kleiner als Null sein. Im Hochgebirge sind die Bestände schon bis zu einem recht ansehnlichen Alter nicht nutzbar. Hier kann man leicht für den Vorrat selbst der 40, 50 ersten Altersstufen ein negatives Ergebnis erhalten.

Nun wird man nach dem Bestandesverbrauchswerte nur rechnen dürfen, wenn der Abtrieb der Bestände wirklich in Frage kommt. Anderenfalls ist die Rechnung grundsätzlich als ebenso unzulässig zu bezeichnen, wie die Bewertung von nutzbaren Häusern und Maschinen nach den Summen, welche man durch Abbruch und Zerschlagung erhalten könnte.

Nur unter der Voraussetzung, daß das Ergebnis nicht allzugroße Fehler enthält, kann man die angeführte Formel für rasche näherungsweise Berechnung verwenden. Doch würde für diesen Fall die Formel der österreichischen Kameraltaxe immerhin den Vorzug verdienen. Sie hat wenigstens die Einfachheit der Rechnung für sich.

b. Bemessung des Vorratskapitales nach den zu erwartenden reinen Erträgen der einzelnen Bestände (Erwartungswert).

§ 39. Wir haben im ganzen u Flächeneinheiten, der jüngste Bestand ist 0 jährig, der älteste $(u-1)$ jährig. Nun ist der Erwartungswert der einzelnen Altersstufen:

$$HE_0 = \frac{A_u + B + V}{q^{u-0}} + \frac{D_k q^{u-k}}{q^{u-0}} - (B + V)$$

$$HE_1 = \frac{A_u + B + V}{q^{u-1}} + \frac{D_k q^{u-k}}{q^{u-1}} - (B + V)$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$HE_{k-1} = \frac{A_u + B + V}{q^{u-(k-1)}} + \frac{D_k q^{u-k}}{q^{u-(k-1)}} - (B + V)$$

$$HE_k = \frac{A_u + B + V}{q^{u-k}} - (B + V)$$

. . . .

$$HE_{u-1} = \frac{A_u + B + V}{q^{u-(u-1)}} - (B + V)$$

Die Summe dieser Reihe ist der Erwartungswert des Normalvorrates:

$$NE = (A_u + B + V)\left(\frac{1}{q^u} + \frac{1}{q^{u-1}} + \ldots + \frac{1}{q}\right) + D_k q^{u-k}\left(\frac{1}{q^u} + \frac{1}{q^{u-1}} + \ldots + \frac{1}{q^{u-(k-1)}}\right) - u\,(B + V)$$

oder wenn wir die beiden Reihen in den Klammern durch ihre Summenformeln $S = a\frac{q^n - 1}{q - 1}$, worin $a = \frac{1}{q^u}$ und $q = 1{,}0p$ ist, ersetzen:

$$NE = \frac{(A_u + B + V)\,(q^u - 1)}{q^u\, 0{,}0p} + \frac{D_k (q^k - 1)}{q^k 0{,}0p} - u(B + V) \text{ oder}$$

$$NE = \frac{(A_u + B + V)\,(q^u - 1) + D_k q^{u-k}(q^k - 1)}{q^u 0{,}0p} - u(B + V).$$

Diese Summe gilt für u Flächeneinheiten; um das Vorratskapital der Flächeneinheit zu finden, hätten wir NE durch u zu dividieren.

Setzen wir statt B die Formel für B_u ein, so erhalten wir

$$NE = \frac{A_u + D_k - c - uv}{0{,}0p} - uB_u.$$

$A_u + D_k - c - uv$ ist der Reinertrag, welchen der Wald, wenn der Normalvorrat vorhanden, alljährlich abwirft. Wir erhalten also das Kapital des Normalvorrats, wenn wir vom kapitalisierten Waldreinertrag (Waldwert) den Bodenwert, als Bodenerwartungswert der in Frage stehenden Betriebsklasse und Umtriebszeit gedacht, abziehen.

Für die Flächeneinheit ist das Kapital des Normalvorrates

$$= \frac{A_u + D_k - c - uv}{u\, 0{,}0p} - B_u.$$

Nehmen wir an, die Preise änderten sich; nach einem Jahr werde A_1, nach zwei Jahren A_2, nach drei Jahren A_3 etc. bezogen, so sind sämtliche zukünftige Einnahmen der (u—1) jährigen Altersstufe $= \frac{A_1}{q} + \frac{A_{u+1}}{q^{u+1}} + \ldots$, die der (u—2) jährigen Altersstufe $\frac{A_2}{q^2} + \frac{A_{u+2}}{q^{u+2}} + \ldots$

Ist nun das Prozent, um welches der Preis sich im Durchschnitt der Jahre erhöht, gleich b und setzen wir $1{,}0\,b = t$, so wird A_{u-x} wachsen auf $A_u t^x$. Wir erhalten als Reihen für die

$$(u-1) \text{ jährige Altersstufe} = \frac{A_u t}{q} + \frac{A_u t^{u+1}}{q^{u+1}} + \frac{A_u t^{2u+1}}{q^{2u+1}} + \ldots$$

$$(u-2) \quad ,, \quad ,, \quad = \frac{A_u t^2}{q} + \frac{A_u t^{u+2}}{q^{u+2}} + \frac{A_u t^{2u+2}}{q^{2u+2}} + \ldots$$

. . . .

$$0 \text{ jährige} \quad ,, \quad = \frac{A_u t^u}{q^u} + \frac{A_u t^{2u}}{q^{2u}} + \frac{A_u t^{3u}}{q^{3u}} + \ldots$$

Diese Summe ist gleich

$$A_u \left\{\frac{t}{q} + \frac{t^2}{q^2} + \ldots \frac{t^u}{q^u}\right\}\left\{1 + \frac{t^u}{q^u} + \frac{t^{2u}}{q^{2u}} + \ldots\right\}$$

oder gleich $\frac{A_u t}{q - t} = \frac{A_u 1{,}0b}{0{,}0p - 0{,}0b}$. Setzen wir dies $= \frac{A_u}{0{,}0p_1}$, so finden wir $p_1 = \frac{p - b}{1{,}0b}$

oder, da 0,0b sehr klein gegen 1, kurz $p_1 = p - b$. Berechnen wir in gleicher Weise die Bodenerwartungswerte, indem der Einfachheit halber nur A_u unterstellt wird, so erhalten wir $\frac{A_u}{1{,}0p_1^u - 1} = B_1$. Das Kapital des Normalvorrates ist demnach $= \frac{A_u}{0{,}0p} - uB_1$.

Die Berücksichtigung solcher Veränderungen bei der Veranschlagung der Durchforstungen, Kulturkosten etc. führt zum gleichen Ergebnis. Wenn also anzunehmen ist, daß für die jetzt vorhandenen jüngeren Bestände Erträge und Kosten in Zukunft andere sein werden, so helfen wir uns einfach durch Ermäßigung oder Erhöhung des Zinsfußes ganz in der gleichen Weise, wie dies bereits oben erörtert wurde. Allerdings kann es sich hier nie um eine Rechnung handeln, deren Ergebnis genau der Wirklichkeit entspricht, ein Uebelstand, der uns übrigens in einem großen Teile der Forstwirtschaft begegnet. Die Waldwertrechnung teilt hier das Schicksal ihrer Schwestern (Holzmeßkunde, Ertragsregelung, Waldbau etc.).

Die Frage, wie die Nebennutzungen zu behandeln sind, welche mit und ohne Vorhandensein des Vorrates gezogen werden können, ist ebenso zu beantworten wie oben S. 41. Bringen wir sie unter den Erträgen in Anrechnung, so müssen sie auch unter die den Vorrat belastenden Kosten gestellt werden. Liefert ein Bestand einen Abtriebsertrag$=$A, jährlich eine solche Nutzung $=$K und alle a Jahre eine Nutzung der gleichen Art$=$R, so ist

$$N = \frac{\left(A + B - \frac{K}{0{,}0p} - \frac{R}{q^a - 1}\right)(q^u - 1)}{q^u 0{,}0p} + \frac{uR}{a\,0{,}0p} + \frac{uK}{0{,}0p} - uB_1.$$

B ist hier zu setzen $= \frac{A}{q^u - 1} + \frac{K}{0{,}0p} + \frac{R}{q^a - 1}$. Es ist dies der Bodenwert, wie er vom Jahre u ab genutzt werden kann; die erste Nebennutzung R geht nach a Jahren ein. uB umfaßt die Nutzungen, wie sie möglich wären, wenn wir jetzt alle Bestände abtreiben würden. Alsdann würde der Voraussetzung gemäß, auf $\frac{u}{a}$ Flächen die Nebennutzung R nach einem Jahre (dann alle a Jahre), auf anderen nach 2 Jahren etc. eingehen. Demnach ist

$$uB_1 = \frac{uA}{q^u - 1} + \frac{uR}{a\,0{,}0p} + \frac{uK}{0{,}0p}.$$

Es wird sonach, wenn wir $\frac{A}{q^u - 1} = B_2$ setzen, $N = \frac{(A + B_2)(q^u - 1)}{q^u - 0{,}0p} - uB_2$.

Wir gelangen somit zum gleichen Ergebnis, welches wir erhalten hätten, wenn wir die Nebennutzungen nicht unter die Erträge und demzufolge auch nicht unter die Kosten gestellt hätten.

c. Die Bemessung des Vorratskapitales nach den für die Erziehung desselben aufgewandten Kosten.

§ 40. Wir summieren einfach die Kostenwerte der einzelnen Bestände und erhalten für den $(u - 1)$jährigen Bestand $(B + V)(q^{u-1} - 1) + cq^{u-1} - D_k q^{u-k-1}$

. . . .

„ $(k + 1)$	„	„	$(B + V)(q^{k+1} - 1) + cq^{k+1} - D_k q^1$
„ k	„	„	$(B + V)(q^k - 1) + cq^k - D_k q^0$
„ $(k - 1)$	„	„	$(B + V)q^{k-1} - 1) + cq^{k-1}$
. . . .			. . . .
„ 0	„	„	$(B + V)(q^0 - 1) + cq^0$

Demnach ist

$$NK = (B + V + c)(q^0 + q^1 + \ldots q^{u-1}) - u(B + V) - D_k(q^0 + q^1 + \ldots q^{u-k-1})$$

oder

$$NK = \frac{(B + V + c)(q^u - 1) - D_k(q^{u-k} - 1)}{0{,}0p} - u(B + V).$$

Da diese Summe für u Flächeneinheiten gilt, so ist der Kostenwert des Normalvorrats einer Flächeneinheit gleich dem u^{ten} Teile derselben.

Die wirklichen Kosten und Erträge der Vergangenheit sind in der Formel einzustellen, wenn man etwa einen tatsächlich erzielten Gewinn ermitteln will. Handelt es sich jedoch um einen Verkauf oder um Bestimmung der einzuhaltenden Wirtschaft, so haben wir von der Vergangenheit überhaupt vollständig abzusehen. Als Kosten sind dann die Ergebnisse der Jetztzeit anzusehen, bezw. es ist die anderweite Ausnützungsmöglichkeit unter den Kosten in Rechnung zu ziehen. Setzen wir demgemäß an Stelle von B die Formel des Bodenerwartungswertes, so wird

$$NK = \frac{\left(\frac{A_u + D_k q^{u-k1} - c q^u}{q^u - 1} - V + V + c\right)(q^u - 1) - D_k(q^{u-k} - 1)}{0{,}0p} - u(B_u + V)$$

oder

$$NK = \frac{A_u + D_k - c - uv}{0{,}0p} - uB_u.$$ Es ist wie bei den einzelnen Beständen NE = NK.

3. Der Wald.

Der Wald ist gleich der Summe von Boden und Bestand, somit kann man das durch den Wald dargestellte Kapital einfach auf dem Wege ermitteln, daß man die Kapitalien von Boden und Bestand summiert. Zum gleichen Ergebnis müssen wir gelangen, wenn wir alle Erträge und Kosten des Waldes zusammenrechnen und von einander in Abzug bringen.

A. Der Einzelbestand.

§ 41. 1. Berechnung des Waldkapitales nach den zukünftigen reinen Erträgen.

Der m jährige normale Bestand stellt in Aussicht nach u—m Jahren einen Abtriebsertrag A, nach n — m Jahren eine Zwischennutzung D_n. Die gleichen Erträge kehren in den folgenden Umtriebszeiten wieder. Dazu kommen in diesen Umtriebszeiten die Zwischennutzungen D_a, welche je vor dem Alter m eingehen. Die ersten Kulturkosten werden nach u — m Jahren aufgewandt. Die Verwaltungskosten bleiben sich jährlich gleich, ihre Gesamtsumme ist = V. Wir erhalten somit:

$$We_m = q^m\left(A + D_n q^{u-n} + \frac{D_a}{q^a} - c\right)\left(\frac{1}{q^u} + \frac{1}{q^{2u}} + \ldots\right) - V$$
$$= \left(A + D_n q^{u-n} + \frac{D_a}{q^a} - c\right)\frac{q^m}{q^u - 1} - V.$$

Die Summe $A + D_n q^{u-n} + \frac{D_a}{q^a} - c$ kehrt alle u Jahre wieder, zum ersten Male ist sie für das Ende von m Jahren zu verrechnen.

Nun ist

$$B_u = \left(A + D_n q^{u-n} + \frac{D_a}{q^a} - c\right)\frac{q^u}{q^u - 1} + \frac{D_a}{q^a} - c - V.$$

q, a und m sind konstant; demnach erreicht der Walderwartungswert unter normalen Verhältnissen für die gleiche Umtriebszeit ein Maximum wie der Bodenerwartungswert.

Der Walderwartungswert eines u jährigen Bestandes ist gleich:

$$\left(A + \frac{D_n}{q^n} + \frac{D_a}{q^a} - c\right)\frac{q^u}{q^u - 1} - V$$

und zwar unter der Voraussetzung, daß nun die u jährige Umtriebszeit eingehalten wird. Es wäre verfehlt, für denselben, um hiernach seine Wirtschaft einzurichten, ein Maximum in der Art bestimmen zu wollen, daß man u in Zähler und Nenner als veränderlich betrachtet. Nur das u des Nenners kann als veränderlich in Frage kommen. Erreicht B ein Maximum für ein bestimmtes u, so ist der Walderwartungswert eines u jährigen Bestandes bei Unterstellung einer Umtriebszeit von u + x gleich

$$\frac{A_{u+x} + B_{u+x} + V}{q^x} - V.$$

Es ist aber

$$\frac{A_{u+x} + B_{u+x} + V}{q^x} - V < A_u + B_u, \text{ ebenso auch}$$

$$\frac{A_{u+x} + B_u + V}{q^x} - V < A_u + B_u.$$

Der Walderwartungswert ist für diejenigen Bestände, welche mehr als u Jahre alt sind, am größten, wenn sofortiger Abtrieb erfolgt und nachher die Umtriebszeit eingehalten wird, für welche der Bodenerwartungswert am größten ist.

Bei einjähriger Umtriebszeit entfallen keine Zwischennutzungen, $q^u - 1$ ist gleich 0,0p. Der Walderwartungswert ist am Ende des Jahres vor dem Abtrieb $= A_1 + B = \frac{(A_1 - c)\,1{,}0p}{0{,}0p} - V$, am Anfang des Jahres ist er $= \frac{(A_1 - c)\,q^0}{q^1 - 1} = \frac{A_1 - c}{0{,}0p}$ $= B + c$, indem $B = \frac{A_1 - c\,1{,}0p}{0{,}0p}$.

Wir finden hier den Waldwert am Anfang des Jahres um c größer als den Bodenwert, weil wir bei Berechnung jenes unterstellen, daß der Bestand bereits begründet ist, während der Formel des Bodenerwartungswertes der Gedanke zugrunde liegt, daß die Kultur noch nicht ausgeführt worden ist.

Ist der Bestand zur Zeit abnorm, stellt er demgemäß andere Erträge in Aussicht, so ist natürlich die Größe von W_e eine andere. Wenn der auf Grund abnormer Erträge (bezw. Kosten) berechnete Bestandeserwartungswert $= HE_1$, so würde der Walderwartungswert sein $We_1 = HE_1 + B$.

Soll der Bestand nach u—m Jahren abgetrieben werden, weil der Boden anderweit besser, etwa zu B_2 verwertbar ist, so könnte für den ganzen Wald gezahlt werden:

$$\frac{A + D_k q^{u-k} + B_2}{q^{u-m}} = HE + B_2.$$

Darf man annehmen, daß Erträge und Kosten sich ändern, etwa während einer längeren Reihe von Jahren durchschnittlich um t %, so würde einfach der Zinsfuß entsprechend zu erhöhen oder zu erniedrigen sein.

2. Bemessung des Waldkapitales nach den aufgewandten Kosten.

Der sog. Kostenwert eines Waldes mit m jährigem Bestande ist =

$$Wk_m = HK_m + B = (B + V + c)\,q^m - D_a\,q^{m-a} - V.$$

Für $B = B_u$ ist $HK = HE$, also auch $W_k = W_e$.

3. Bemessung des Waldkapitales nach den bei Waldverkäufen erzielten Erlösen.

Dieselbe ist natürlich nur anwendbar, wenn es sich um Waldungen von gleicher Lage und Beschaffenheit handelt und wenn außerdem die für Zwecke des Verkaufs

angestellten Schätzungen und Rechnungen als annehmbar erscheinen, Voraussetzungen, die nur selten erfüllt werden.

B. Die Betriebsklasse.

§ 42. Die Summe der Waldkostenwerte aller Einzelbestände ist gleich

$$(B + V + c)(q^0 + q^1 + \dots q^{u-1}) - D_k(q^0 + q^1 + \dots q^{u-k}) - uV.$$

$$= \frac{(B + V + c)(q^u - 1) - D_k(q^{u-k} - 1)}{0{,}0p} - uV.$$

Die Summe der Walderwartungswerte derselben ist

$$= \frac{(A_u + B + V)(q^u - 1) + D_k q^{u-k}(q^k - 1)}{q^u 0{,}0p} - uV.$$

Für die einjährige Umtriebszeit erhalten wir hier wie oben $W = \frac{A_1 - c}{0{,}0p} - V$, nämlich $W = B + H_0$, indem der eben begründete Bestand $H_0 = c$ und $B = \frac{A_1 - c\,1{,}0p}{0{,}0p}$ ist.

Aus beiden Formeln erhält man, wenn die Formel für B_u an Stelle von B eingesetzt wird:

$$\frac{A_u + D_k - c - uv}{0{,}0p}$$

d. h. da $A_u + D_k - c - uv$ der jährliche Waldreinertrag, so ist der Waldwert einfach gleich dem kapitalisierten Waldreinertrag. Die Summe aller zukünftigen Waldreinerträge ist gleich

$$(A_u + D_k - c - uv)\left\{\frac{1}{q} + \frac{1}{q^2} + \frac{1}{q^3} + \dots\right\}.$$

Darf eine durchschnittliche jährliche Aenderung dieser Waldreinerträge um t % unterstellt werden, so ist zu setzen:

$$(A_u + D_k - c - uv)\left\{\frac{1{,}0t}{1{,}0p} + \frac{1{,}0t^2}{1{,}0p^2} + \frac{1{,}0t^3}{1{,}0p^3} + \dots\right\}$$

$$= (A_u + D_k - c - uv)\frac{1{,}0t}{0{,}0p - 0{,}0t} \text{ oder, indem } p_1 = p - t$$

(bei einer Minderung: $+t$), kurz wie oben

$$\frac{A_u + D_k - c - uv}{0{,}0p_1}.$$

Liegen Waldreinerträge der Vergangenheit aus einer längeren Reihe von Jahren vor, war die Wirtschaft eine durchschnittlich genügend normale, darf man ferner annehmen, daß die seitherige vorteilhafte wirtschaftliche Entwicklung in absehbarer Zeit nicht gestört wird, so darf man das Kapitalisierungsprozent entsprechend vermindern. Ueberhaupt ist es dann zweckmäßiger, die Aenderung der Waldreinerträge, statt diejenigen der Preise, Erträge und Kosten im einzelnen zu verfolgen.

Natürlich gilt die Formel $\frac{A_u + D_k - c - uv}{0{,}0p}$ nur unter der Voraussetzung, daß der Waldreinertrag $A_u + D_k - c - uv$ dauernd weiter bezogen wird. Ist ein Wald für eine andere Umtriebszeit eingerichtet und erscheint der Uebergang zu einem höheren oder niedrigeren Umtrieb als wirtschaftlich geboten, so darf man auch nicht das Waldkapital auf die angegebene Größe veranschlagen. Ist etwa eine Herabsetzung der Umtriebszeit am Platze, sind Etat und Hiebsfolge hinreichend festgestellt, so hätte man die Erwartungswerte der einzelnen Bestände festzusetzen. Für die jüngsten Bestände würden am zweckmäßigsten die Kostenwerte berechnet werden.

Der Walderwartungswert des normalen Einzelbestandes erreicht zur selben

Zeit sein Maximum wie der Bodenerwartungswert. Das Gleiche gilt von der Summe der Einzelbestände einer normalen Betriebsklasse. Diese Summe ist gleich:

$$H_0 + H_1 + H_2 + \ldots H_{u-1} + uB.$$

In dieser Formel dürfen wir allerdings nicht den Koeffizienten von B, nämlich u als veränderlich annehmen, denn die Fläche, um welche es sich handelt, ist eine fest gegebene.

In Wirklichkeit freilich befinden sich unsere Waldungen nicht im Normalzustand. Aber auch für einen jährlichen Betrieb mit abnormer Altersklassenverteilung und abnormen Beständen würde der Walderwartungswert des Ganzen gleich der Summe der Walderwartungswerte der einzelnen Bestände sein und das Ganze ein Maximum für die verschiedenen Abtriebszeiten erreichen, für welche dasselbe je bei den Einzelbeständen eintritt.

VIII. Die praktischen Aufgaben der Waldwertrechnung.

§ 43. Die vorstehend dargelegten allgemeinen Grundsätze über die Bewertung des Bodens und der Holzbestände müssen bei allen Aufgaben der praktischen Waldwertrechnung sinngemäße Anwendung finden. So nicht nur wenn es gilt, den Wert des Waldes für die Zwecke des Kaufs oder Verkaufs, der Servitutablösung, Zusammenlegung, Teilung oder Enteignung zu bestimmen, sondern auch für wirtschaftliche Kalkulationen aller Art, namentlich auch bei der Berechnung der Höhe eines im Walde entstandenen Schadens.

Der Ersatz, welcher für Beschädigung eines Waldes geleistet werden müßte, ist theoretisch sehr einfach zu berechnen. Der Eigentümer hat zu beanspruchen den Unterschied zwischen der Summe, die er ohne Beschädigung hätte ziehen können, und derjenigen, welche er wirklich erzielen kann. Muß ein m jähriger Bestand abgetrieben werden, fällt dem Waldeigentümer der Bestand A_m zu und kann er in normaler Weise weiter wirtschaften, so ist zu entschädigen $HE_m — A_m$. Wird der Bestand zum Teil vernichtet, so daß der Rest nur zu $\frac{1}{n} A_m$ verwertet werden kann, so hat der Waldeigentümer zu beanspruchen $HE_m — \frac{1}{n} A_m$. Erwachsen Schwierigkeiten für die Wiederkultur, muß dieselbe längere Zeit ausgesetzt werden, laufen unterdessen höhere Kosten für Verwaltung und Schutz auf, so ist hierfür Ersatz zu leisten. Gelingt z. B. die Kultur erst nach n Jahren und sind während dieser Zeit alljährlich k aufzuwenden, so ist, bezogen auf das Jahr n, als Ersatz zu gewähren:

$B\ (q^n—1)$, d. h. die entgangenen Bodenrenten und außerdem $\frac{k}{0{,}0p}(q^n—1)$.

Hatte das Alter des Bestandes die Abtriebsreife bereits überschritten, so wird man keinen Erwartungswert berechnen. Der Eigentümer hätte gehabt $A_{u+x} + B$. Wird der Bestand vollständig vernichtet, ohne daß weitere Verluste erwachsen, so hat der Eigentümer nur A_{u+x} zu fordern. Ist endlich die Waldwirtschaft unvorteilhaft, der Bodenwert negativ, ist aber der Eigentümer gezwungen, die gegebene Wirtschaft beizubehalten und nach jedem Abtrieb neu zu kultivieren, so hätte er gehabt, wenn nur der Abtriebsertrag A und der Bodenwert in Rechnung kommen, $\frac{A — B}{q^{u-m}}$; er hat nun, wenn der Bestand vollständig vernichtet wird, seinen nackten, nur mit Verlust aufzuforstenden Boden $= — B$. Als Ersatz ist ihm neben dem Wert des vernichteten Bestandes, nach der vollen Höhe desselben bemessen, noch die Differenz zwischen

dem normalen Bodenwert und demjenigen negativen Bodenwert zu vergüten, welcher die ganze künftige Produktion beziffert. Wäre der normale Bodenwert $= B_u$, derjenige der künftigen Verlustwirtschaft $= - B_1$, so würde zu gewähren sein: $B_u - (-B_1) = B_u + B_1$.

Daß bei einem Waldkaufe, welcher eine zweckmäßige Arrondierung, verhältnismäßige Erhöhung der Erträge oder Minderung der Kosten ermöglicht, mehr gezahlt werden kann, als wenn der betr. Waldteil für sich bewirtschaftet werden müßte, möge hier nur angedeutet werden.

So leicht die theoretische Berechnung, so verwickelt ist oft die praktische Durchführung, weil es eben meist an brauchbaren Unterlagen für jene fehlt. Solche Schwierigkeiten sind nicht durch die Besonderheit des Rechnungsverfahrens, sondern durch die Natur der Sache begründet. Allerdings kann man sich über dieselben auch hinaussetzen, indem man nach Gutdünken entscheidet. Der gewissenhafte Praktiker wird sich jedoch bemühen, nach Tunlichkeit alle erforderlichen Unterlagen zu beschaffen, um mit Hilfe derselben und an der Hand einer gesunden Logik das Richtige zu treffen. Uebrigens werden bei streng logischem Denken viele der Widersprüche, welche man aufgefunden haben will, leicht zu lösen sein. Wer z. B. bei Enteignung von Waldgrund einen negativen Bodenwert herausrechnet, während der Boden nach Lage und Beschaffenheit anderweit wirklich besser verwertet werden kann, der verfährt eben nicht praktisch. In anderen Fällen wird oft von vornherein eine Vereinbarung zu treffen sein. So kann die Theorie nicht allgemein darüber befinden, wie Waldteilungen vorzunehmen sind. Gegenseitiges Einverständnis oder, im Mangel eines solchen, Gesetz oder Gerichtsentscheid haben zu erkennen, ob allen gleich viel an Fläche (nach der Größe oder nach dem Bodenwert bemessen) unter Ausgleichung durch Holzanweisung während eines Uebergangszeitraums oder durch Herauszahlung in Geld, oder ob ihnen gleichviel an Waldwert zuzubilligen sei. Ob Boden- oder ob Waldteilung am Platze, dies kann nur nach Lage des Falls richtig beurteilt werden. Einen richtigen allen Anforderungen gerechten Teilungsplan aufzustellen, vermag nur ein geschulter Praktiker, welcher richtig zu rechnen versteht.

Ueber Servitutablösungen und Enteignungen ist das Nötige unten im Abschnitt „Forstpolitik" erörtert. Für das Rechnungsverfahren selbst bieten diese Gegenstände keine Besonderheiten, welche eine Behandlung derselben an dieser Stelle rechtfertigen könnten. Auch das Kapitel über Waldbesteuerung eignet sich wenig in eine Arbeit über Waldwertrechnung. Wenn letztere zeigt, wie Boden-, Wald- und Bestandeswert zu berechnen und wie das beste Wirtschaftsverfahren zu ermitteln sei, so ist ihre Aufgabe erschöpft. Die Erörterungen über Grundsätze der Besteuerung, Steuersysteme und Verfahren der Einsteuerung gehören in das Gebiet der Finanzwissenschaft. Im übrigen hat der Forstwirt, wenn er als Sachverständiger für die Einsteuerung zugezogen wird, in der Regel nur an der Hand der Instruktion seine Schätzungen und Rechnungen auszuführen. Inwieweit der Waldreinertrag oder statt dessen nur die Bodenrente zu besteuern, bei wem Servituten und Lasten zu treffen, ob und wie lange aufzuforstendes Gelände steuerfrei zu lassen, wie das Waldkapital zum Zwecke der Erhebung einer Vermögenssteuer festzusetzen ist, und dergl., alles dieses kann nur nach der bestehenden Steuergesetzgebung eines Landes beurteilt werden. Für die letztere und die dabei zu erlassenden Instruktionen, soweit die Waldbesteuerung in Frage kommt, die richtigen leitenden Gesichtspunkte zu finden, ist theoretisch nicht schwer. Praktisch handelt es sich besonders darum, daß eine Gleichmäßigkeit in der Besteuerung der verschiedenen Kulturarten eingehalten wird.

IX. Die Bestimmung der vorteilhaftesten Wirtschaft.

1. Allgemeines. Voraussetzungen.

§ 44. Als vorteilhafteste Wirtschaft ist immer diejenige anzusehen, bei welcher der Ueberschuß der zu erzielenden Werte über die für die Wirtschaft fortab erforderlichen Aufwendungen am größten ist. Sind die Wirtschaftsziele immaterieller Natur und nicht gerade in Geld meßbar, so sind sie doch mit den zu bringenden materiellen Opfern zu vergleichen. Die Gestaltung unserer gesamten wirtschaftlichen Lage hat darüber mit zu entscheiden, ob das erstrebte Gut die aufzuwendenden Kosten auch wirklich für uns wert sei. Solche Abwägungen sind weder für den Privaten, noch für den Staatshaushalt zu vermeiden. Auch darf bei denselben keineswegs das Gefühl die Rechnung vollständig ersetzen, vielmehr ist gerade in solchen Fällen gute Bemessung der Opfer und vorsichtige wirtschaftliche Erwägung doppelt geboten.

Waldwertrechnung und Statik bewegen sich natürlich nur innerhalb der Schranken, die ihnen durch anderweite Zwecke gesteckt sind. Erscheint die Bestockung eines Geländes in irgend welchem Interesse als erforderlich, wiegt dieses Interesse den Vorteil, der bei anderer Ausnutzung gezogen werden könnte, vollständig auf, so kommt die letztere überhaupt nicht in Frage. Bei Schutzwaldungen, die als solche erhalten werden müssen, könnte von einer landwirtschaftlichen Verwertung des Bodens, auch wenn sie größeren Gewinn verspricht, gar keine Rede sein. Verlangt die Gesetzgebung oder im Staatswald einfach das Gesamtinteresse irgend welche Betriebsform, z. B. Femelbetrieb an steilen Gehängen, so brauchen wir Kahlschlag mit Stockrodung nicht in Rechnung zu ziehen. Solche Fragen sind von vornherein als entschieden zu betrachten, indem Gesetzgebung und Verwaltung darüber zu befinden hatten, ob der anderweite Zweck die erforderlichen Opfer hinreichend lohne. Im Interesse der Gesamtheit liegt es aber, daß auch in solchen Fällen nach dem Grundsatze der Wirtschaftlichkeit verfahren wird. Es ist darum von der vorteilhaftesten Wirtschaft nur so weit abzuweichen, als es zur Erreichung des als wichtiger betrachteten Zweckes wirklich geboten ist. In vielen, wenn nicht den meisten Schutzwaldungen, welche nur eine Bestockung des Bodens erheischen, wird übrigens auch eine auf rationeller Basis aufgebaute Wirtschaft alle Schutzwaldfunktionen vollkommen erfüllen können, so daß man in der Bestimmung der Wirtschaft (Wahl von Holzart, Betriebsart, Umtriebszeit) gar nicht oder doch nicht wesentlich beschränkt ist.

Das Gleiche gilt für den Privaten, der in der freien Benutzung seines Geländes durch Gesetz und Recht nicht weiter gehindert ist. Er hat von vornherein darüber zu entscheiden, ob er einen Boden der Waldwirtschaft widmen und in dieser bestimmte Wirtschaftsformen erhalten will, trotzdem daß dieselben nicht genügend rentieren. Aber innerhalb der Grenzen, welche durch anderweite Zwecke gesteckt sind, soll und muß er rechnen. Insbesondere aber muß er sowohl wie der Staat sich der Opfer voll bewußt sein, welche im Interesse jener Zwecke zu bringen sind.

Als eigentlich ganz selbstverständlich ist es zu bezeichnen, daß nur Wirtschaftsformen in Betracht kommen können, welche überhaupt technisch möglich sind. Solche Formen, bei welchen die Verjüngung unmöglich oder die Bodenkraft wirklich vernichtet würde, entfallen ohne weiteres aus der Rechnung, wenn anders nicht absichtlich und mit vollem Bewußtsein eine Augenblickswirtschaft getrieben werden soll.

Der Unterschied zwischen natürlicher und künstlicher Verjüngung ist für unsere Frage von keiner grundsätzlichen Bedeutung. Diejenige Art der Bestandesbegründung ist eben am Platze, welche dauernd die vorteilhafteste ist. Sind die Kosten der

künstlichen Kultur zu hoch, werden bei natürlicher Verjüngung in irgend welcher Wirtschaftsform (Femelschlagbetrieb, horstweiser Femelbetrieb usw.) brauchbarere Sortimente erzogen, verhältnismäßig große Ersparungen erzielt, so kann dieselbe leicht den Vorzug vor jener verdienen. Bei der natürlichen Verjüngung kann man meist nur von einer unteren Grenze der Umtriebszeit (Eintritt der sog. Mannbarkeit) sprechen; es gibt darum auch nicht ein „physisches Haubarkeitsalter", vielmehr ist auf gegebenem Standort meist eine Wahl zwischen verschiedenen Abtriebszeiten möglich. Wird die Wirtschaft durch die natürliche Verjüngung allzusehr gebunden, so kann Nachhilfe und überhaupt menschlich bewußtes Eingreifen als rätlich erscheinen. Die Anschauung, als ob wir unsere Wirtschaft ganz dem Walten der Natur überlassen müßten, ist grundsätzlich zu verwerfen und dahin zu berichtigen, daß wir innerhalb der Schranken der physischen Möglichkeit das wählen, was uns als das beste erscheint. All' unsere wirtschaftliche Tätigkeit greift künstlich in das Spiel der Naturkräfte ein, der Landwirt sucht sich die letzteren nach Tunlichkeit dienstbar zu machen und besorgt die Saat etc. nach seinem Ermessen; der Forstwirt braucht in dieser Beziehung keine Ausnahme zu machen.

Der in der gedachten Beziehung gegen die Reinertragstheorie erhobene Vorwurf, ihre praktische Anwendung führe auf unmögliche Umtriebszeiten u. dergl., ist darum nicht begründet. Die heutige Preisgestaltung und die derzeitige Technik können immerhin in einmal vorliegenden Fällen rechnungsmäßig zu solchen Ergebnissen hinleiten. Alsdann ist entweder überhaupt eine andere Benutzung des Bodens am Platze, oder es darf von einer Preisverschiebung eine Aenderung erwartet werden, oder endlich wir dürfen an die Technik weiter gehende Anforderungen stellen. Zur Zeit ist allerdings mit der einmal vorhandenen Lage der Dinge zu rechnen. Doch dürfen wir keineswegs die jetzigen Preisverhältnisse als dauernd annehmen. Das richtige Ziel der Wirtschaft kann eben nur sein, solche Zustände zu verwirklichen, bei welchen im allgemeinen wenigstens die Kosten gedeckt werden. Holzpreise, welche hierfür erforderlich sind, gehören durchaus nicht zu den Dingen der Unmöglichkeit. Endlich aber führen auch jetzige Preise zu Ergebnissen, welche praktisch keineswegs unbrauchbar sind. Die in Waldungen von Privaten so gut wie in solchen von Staat und Gemeinde tatsächlich eingehaltenen Umtriebszeiten sind meist gar nicht so hoch, als daß sie schlechthin als außerhalb des Bereiches der Reinertragstheorie liegend bezeichnet werden dürften.

Im übrigen wolle man nicht glauben, die in Beispielen herausgerechneten Umtriebszeiten müßten auch wirklich angestrebt und insbesondere sofort eingeführt werden. Grundsätzlich will die Reinertragstheorie aus Zuständen, wie sie eben vorliegen, den größten Vorteil gezogen wissen. Rechnet man nun etwa auf Grund einmal angenommener Preis- und Kostensätze eine Umtriebszeit heraus, welche weit unter dem Alter der vorhandenen Altholzbestände liegt, und ist auch eine solche Umtriebszeit technisch für die Dauer möglich, so kann es doch gerade vom finanziellen Gesichtspunkte aus als unzulässig erscheinen, nun auch alle jene Bestände alsbald abzutreiben. Die in der Literatur mehrfach vertretene Annahme ist eben unzutreffend, als ob mit einer einmaligen Rechnung ein unverrückbares Ziel festgestellt und jede Abweichung von demselben, welche durch Preisänderung oder auch dadurch veranlaßt wird, daß die wirkliche Gestaltung der Dinge mit den Unterlagen der Rechnung nicht übereinstimmt, als ein Abbröckeln am Prinzipe oder als ein Aufgeben desselben zu betrachten sei. Das Wesen der Reinertragstheorie besteht keineswegs im starren Festhalten an einer Schablone. Ebenso hat auch der oft gegen dieselbe erhobene Einwand, sie

wolle das Leben des Waldes in die Zwangsjacke einer Formel einengen, keine andere Bedeutung als die einer schönen Redewendung.

Sofern es sich nicht um Deckung des eigenen Bedarfs, sondern um Verkauf handelt, kann überhaupt nur eine solche Wirtschaft vorteilhaft sein, welche absatzfähige Güter liefert. Dieser selbstverständliche Satz bedarf in der forstlichen Literatur einer besonderen Hervorhebung, weil man hier nur zu oft der Annahme begegnet, die Reinertragstheorie, welche doch grundsätzlich die vorteilhafteste Wirtschaft erstrebt, führe unbedingt zu Wirtschaftsformen, welche keine brauchbare und marktfähige Ware lieferten. In erster Linie hat sich auch der Forstwirt die Frage vorzulegen, ob das Holz, welches er schlagen will, nach Menge und Form wirklich verkäuflich ist. Christbäume, Bohnenstangen und Leiterbäume können, in kleineren Mengen erzogen, allenfalls großen Gewinn versprechen. Töricht aber würde es sein, wenn große Forstverwaltungen ihren ganzen Betrieb auf Erzielung solcher Sortimente einrichten wollten. Hierfür fehlt die Voraussetzung der Absatzfähigkeit. Die Forstverwaltungen haben vor allem zu erwägen, welche Holzgattungen dauernd Aussicht auf sichere Nachfrage im großen haben. Nur solche wären in Rechnung zu ziehen; andere könnten etwa in Einzelfällen in geringerer Menge in Frage kommen. Innerhalb der hierdurch bestimmten Grenzen wären Holzart und Umtriebszeit auf dem Wege des Kalküls und der Rechnung zu bestimmen. Insofern besteht denn auch zwischen dem sog. technischen Umtrieb, d. h. demjenigen, welcher technisch verwendbares Holz liefert, und zwischen den Forderungen der Reinertragstheorie kein Gegensatz. Letzterer ist nur darin zu finden, daß die Anhänger des technischen Umtriebs in aprioristischer Weise ihre Festsetzungen treffen, ohne bestimmen zu können, welche Lieferungen und in welcher Menge dieselben wirtschaftlich gerechtfertigt sind, während die Vertreter jener Theorie zwar ebenfalls nur wirklich verwendbares Material erziehen und verkaufen wollen, dagegen die Rechnung darüber entscheiden lassen, welche Holzarten, Sortimente und Mengen zu liefern sind.

Eine gewisse Regelmäßigkeit des Absatzes liegt sowohl im Interesse des Waldeigentümers, wie in demjenigen des Holzverbrauchs. Man wird deshalb nicht immer für alle Bestände das gleiche Abtriebsalter festsetzen, auch wenn es sich von vornherein rechnungsmäßig als das vorteilhafteste ergeben hat. Die Voraussetzungen, von welchen die Rechnung ausging, treffen etwa nicht zu, indem bei zu starken, allenfalls den Bewegungen der Nachfrage widersprechenden Schwankungen im Angebote ungünstigere Preise erzielt werden. Umgekehrt ist eine unabänderliche Festsetzung des Etats auf eine längere Reihe einzelner Jahre zu verwerfen, wie denn auch die deutschen Forstverwaltungen mehr und mehr die alte einseitige Schablone des strengen Nachhaltsbetriebes verlassen, welche bei gutem Stande des Marktes zu wenig, bei schlechtem dagegen zu viel zum Verkaufe bringt. Eine einzige Formel für das richtige Verfahren läßt sich natürlich nicht aufstellen. Hier kann nur eine gut ausgebildete Statistik und eine kaufmännische Schulung helfen, wie sie bei der naturgemäßen Schwerfälligkeit großer Verwaltungen leider nicht leicht zu Entwicklung und Geltung gelangen kann.

Daß auf technische Möglichkeit und wirtschaftliche Zweckmäßigkeit der Hiebsfolge zu achten, daß ferner auf die Möglichkeit von Gefährdungen und daraus erwachsende Verluste Rücksicht zu nehmen ist, bedarf eigentlich keiner näheren Erörterung. Die in der forstlichen Literatur ausgesprochene Annahme, als ob die Anhänger der Reinertragstheorie, ohne auf mögliche Sturmgefahren oder auf zweckmäßige Abfuhr etc. zu achten, ihre Rechnungen anstellten und daß sie ohne weiteres

alle Bestände niederlegen wollten, für welche diese Rechnungen eine Hiebsreife nachweisen, ist eben vollständig unzutreffend.

Innerhalb der genannten Grenzen ist diejenige Wirtschaft als die günstigste zu wählen, bei welcher der Ueberschuß der zu erzielenden Einnahmen über die hierfür erforderlichen Aufwendungen am größten ist, welche also den vorhandenen Wald (Boden und Bestand) am vorteilhaftesten auswertet. Hierbei kommen, wie oben erwähnt, nur Erträge und Kosten der Zukunft in Betracht, solche der Vergangenheit sind für Bestimmung der einzuhaltenden Wirtschaft ohne Belang.

Zunächst wären alle zulässigen Benutzungsarten von Boden und Bestand zu untersuchen und zu vergleichen (landwirtschaftliche, forstliche Verwertung, Holz- und Betriebsart, Umtriebszeit etc.), und zu dem Ende hätte man für jede einzelne zu bestimmen, unter welchen Bedingungen bei ihr der Unterschied zwischen Einnahmen und Kosten am größten ist. Solche Vergleichungen sind freilich keineswegs einfach und leicht, doch darf sie der Forstwirt, welcher mit Bewußtsein die beste Verwertung des ihm anvertrauten Gutes erstreben will, nicht umgehen, wenn auch mancher sogenannte Praktiker an Stelle der Rechnung lieber Herkommen, Vorurteil und Bequemlichkeit entscheiden läßt. Uebrigens ist zum Glück die Zahl der Vergleichungen nicht sehr groß, oft kann man sich auf wenige, ja auf eine einzige Holzart (Sandboden mit Kiefern) beschränken.

Ein Teil des Ertrags ist von Höhe und Art der Aufwendungen abhängig. Ein Mehraufwand ist angebracht, wenn er mindestens noch durch den demselben entsprechenden Mehrertrag gedeckt wird (vorteilhafteste Intensität). Kosten- und Ertragsteile, welche einander nicht beeinflussen, sind für sich möglichst groß oder möglichst klein zu machen. So ist z. B., soweit dadurch der technische Erfolg und damit der Ertrag nicht beeinträchtigt wird, das billigste Kulturverfahren auch das beste; umgekehrt kann eine teuere Kultur vorteilhaft sein, wenn entsprechend höhere Erträge durch sie veranlaßt werden. Gleiches gilt vom Wegebau, von den Verwaltungskosten etc. Allerdings ist die Einrichtung der Verwaltung von hoher Bedeutung für den Erfolg der Wirtschaft. In Fragen der Waldwertrechnung, bei Bestimmung der Umtriebszeit, Holzart etc. dürfen jedoch die Kosten derselben als einmal fest gegeben angenommen werden.

Alle Wirtschaft hat es mit der Zukunft zu tun, alle Wirtschaft ist demnach auf die Spekulation angewiesen, keine vermag lediglich mit unzweifelhaft sicheren Zahlen zu rechnen. Darum spielt die Wahrscheinlichkeit in der Wirtschaft eine wichtige, bald mehr, bald weniger hervortretende, oft freilich von der Sorglosigkeit oder der Unkenntnis nicht beachtete Rolle. Die Summe, welche der Landwirt für Ackerbaugelände zahlt, ist nur unter der Annahme berechnet, daß die heutigen Zustände dauernde sein oder sich in bestimmter Richtung (Rentensteigerung) ändern werden. Solchen Voraussetzungen begegnen wir überall, in der Staats- wie in der Privatwirtschaft. Auch die Forstwirtschaft hat immer mit Wahrscheinlichkeitssätzen zu rechnen, so bei Aufstellung und Anwendung von Ertragstafeln, bei Bemessung des Einflusses von Elementarereignissen, bei Fragen der Kultur, der Rodung, Bestandsumwandlung u. dergl. Ueber die hiermit verbundenen Schwierigkeiten kommt der Forstwirt nun einmal nicht hinaus und es besteht in dieser Beziehung durchaus kein Unterschied zwischen verschiedenen Schulen. Wenn trotzdem gegen die Reinertragstheorie das Bedenken erhoben wird, daß sie mit der Zukunft rechnen wolle, so kann dies nur darin beruhen, daß die einen bemüht sind, mit Bewußtsein zu wirtschaften und die Wirtschaft soweit, als es in unseren Kräften steht, den Anforderungen der Gesellschaft anzupassen, während die anderen nicht zugestehen, daß sie in ähnlicher Weise

verfahren, oder aber, wenn dies tatsächlich nicht der Fall, verlangen müssen, daß die Welt sich einseitigen forstlichen Anschauungen unterordne.

§ 45. Die interessanteste Frage der Waldwertrechnung ist unstreitig die der vorteilhaftesten Umtriebs- und Abtriebszeit. Alle übrigen Fragen sind einfacher zu lösen oder sie gehören ganz ausschließlich in den Bereich der Praxis, während die Theorie sich mit Angabe von allgemein gehaltenen Grundsätzen bescheiden muß. So läßt sich für die Frage, ob Forst- oder Landwirtschaft, schlechterdings keine besondere Formel aufstellen. Und die Fragen der Bestandsdichte, der Durchforstungen, Mischschungen etc. sind theoretisch sehr einfach zu behandeln, sobald diejenigen von Umtriebs- und Abtriebszeit erledigt sind.

Aus diesen Gründen bildete denn auch die Bestimmung der finanziellen Umtriebszeit (vorteilhafteste Umtriebszeit) von je das vornehmste Kapitel der forstlichen Statik und nur derjenige, welcher der Sache selbst fremd gegenübersteht, konnte ihr hieraus einen Vorwurf machen.

Unter der Umtriebszeit ist das erstrebte normale Abtriebsalter zu verstehen, welches für ein Betriebsganzes festgesetzt wurde und in welchem im Durchschnitt die einzelnen Bestände in Zukunft zum Hiebe gelangen sollen. Das Abtriebsalter ist dasjenige Alter, in welchem ein gegebener Bestand wirklich genutzt wird. Dasselbe kann von der Höhe der Umtriebszeit mehr oder weniger abweichen, sei es, daß der Bestand abnorm ist, daß Naturgefahren eingetreten sind, oder daß die Erstrebung eines regelmäßigen Betriebes zu früherer oder späterer Einlegung des Hiebes zwingt, oder sei es endlich, daß die Lage des Marktes gebietet, die Verwertung zu einer anderen Zeit als derjenigen vorzunehmen, welche ursprünglich als die normale und vorteilhafteste berechnet wurde.

Betrachten wir einen einzelnen Bestand, so haben wir uns zunächst die Frage vorzulegen, wie der Boden bei etwaigem Abtriebe verwertet werden müßte. Eine solche Frage hat sich jede forstliche Schule zu stellen. Ist freie Wahl in der Benutzung zulässig, so sind alle praktisch möglichen Arten der Verwendung in Erwägung zu ziehen. So gestattet der forstliche Betrieb die Anzucht verschiedener Holzarten, verschiedene Grade der Durchforstung, Betriebsarten etc. und es wäre demnach auch zu untersuchen, welche forstliche Wirtschaftsform die günstigste ist, indem für jede einzelne die als wahrscheinlich zu unterstellenden Erträge und Kosten der Zukunft auf die Gegenwart bezogen werden. Diejenige Wirtschaft ist die vorteilhafteste, welche den größten Ueberschuß der Erträge über die aufzuwendenden Kosten verspricht. Wie hierbei die Kosten zu verrechnen sind, wurde bereits oben erwähnt; der Eigentümer muß verlangen, daß er bei jeder Wirtschaft Kräfte und Mittel wenigstens zu demjenigen Betrage auszuwerten vermag, welcher ihm bei einer anderweiten Verwendung in Aussicht gestellt wird. Daß dieser Ueberschuß von dem Bodenerwartungswert abweichen kann (Abzüge durch Berechtigungen), bedarf keiner näheren Erörterung.

Für jede einzelne Holz- und Betriebsart wäre die finanzielle Umtriebszeit zu ermitteln. Nun handelt es sich bei Umtriebsbestimmungen um dauernde Verwendung des Bodens. Man kann denselben darum auch ohne weiteres normale Durchschnittssätze (Preise, Kosten, Erträge) zugrunde legen. Sehen wir von zufälligen Besonderheiten, z. B. vorhandenen Berechtigungen ab, so können wir ganz allgemein als finanzielle Umtriebszeit diejenige bezeichnen, für welche der nach Durchschnittssätzen berechnete Bodenerwartungswert am größten ist, welche mithin die größte Bodenrente in Aussicht stellt. Dürfen wir annehmen, daß die gegenwärtigen Preise, Kosten und Erträge sich wahr-

scheinlich nicht ändern, so ist auch mit diesen zu rechnen. Ist eine Aenderung als wahrscheinlich zu unterstellen, so sind dementsprechend andere Sätze in die Rechnung einzuführen, entweder andere Kosten und Erträge, sofern sich dieselben mit genügender Wahrscheinlichkeit feststellen lassen, oder man rechnet, wie oben ausgeführt, mit den gegenwärtigen Sätzen und ändert in entsprechender Weise den Zinsfuß. Dies Verfahren ist durch die Natur der Sache bedingt, es gibt kein anderes, welches einen Anspruch auf logische Begründung erheben kann.

Günstige oder ungünstige Verhältnisse persönlicher Natur (persönliche Tüchtigkeit, vorzügliche Begabung in der Beurteilung und Ausnutzung der Lage des Holzmarktes, anderweite Verwendbarkeit der Arbeitskräfte), überhaupt solche, welche vorübergehender Art sind, spielen bei Bestimmung der Abtriebszeit, nicht aber bei derjenigen der Umtriebszeit eine Rolle. Hiernach hatte auch Heyer entschieden Recht, wenn er sich des allgemeinen Ausdrucks Gewinn (Unternehmergewinn) bediente, nach dem Maximum desselben die finanzielle Umtriebszeit bestimmt wissen wollte und so fand, daß diese Umtriebszeit eben diejenige ist, bei welcher der Bodenerwartungswert seinen höchsten Betrag erreicht. Darum sind auch die in der gedachten Beziehung gegen ihn erhobenen Einwendungen unbegründet. Den sogenannten Bodenkostenwert brauchen wir in der Rechnung freilich nicht weiter zu berücksichtigen. Denn einmal ist derselbe konstant, dann aber brauchen Ausgaben und Einnahmen der Vergangenheit hier überhaupt grundsätzlich nicht berücksichtigt zu werden.

Bei einem Vergleiche zwischen Land- und Forstwirtschaft werden günstige und ungünstige Verhältnisse persönlicher Natur sowie überhaupt Umstände vorübergehender Art (Marktlage, Art der Bestockung, insbesondere Abnormität etc.) die Entscheidung über Rodung und Aufforstung doch nur zeitlich verschieben. Im übrigen wäre auch hier einfach der nach Durchschnittssätzen berechnete Bodenerwartungswert der Landwirtschaft mit demjenigen der Forstwirtschaft zu vergleichen. Ist ersterer größer als der letztere, ist also nach menschlichem Ermessen die Landwirtschaft dauernd vorteilhafter als die Forstwirtschaft, so ist vom finanziellen Standpunkt aus Rodung am Platze, im entgegengesetzten Falle braucht der landwirtschaftliche Bodenerwartungswert in der Rechnung überhaupt nicht weiter berücksichtigt zu werden. Im allgemeinen wird mit Erniedrigung des Zinsfußes die Waldwirtschaft, mit Erhöhung desselben die Landwirtschaft rentabler. Unterstellen wir der Einfachheit halber nur Haubarkeitserträge, so haben wir in der Landwirtschaft $B = \frac{r}{0{,}0p}$, in der Forstwirtschaft $B = \frac{A}{1{,}0p^u - 1}$. Sind land- und forstwirtschaftliche Benutzung gleich günstig, so ist

$$r = \frac{A\,0{,}0p}{1{,}0p^u - 1} = \frac{A}{u + \frac{u\,(u-1)}{1\,.\,2}\,0{,}0p + \ldots}$$

Je kleiner p, um so größer muß r werden, wenn die Landwirtschaft ebenso vorteilhaft bleiben soll, wie die Forstwirtschaft und umgekehrt.

Daß bei der Frage, ob der Boden nicht etwa landwirtschaftlicher Kultur zuzuwenden, die Kosten der Rodung und der erstmaligen Bodenbearbeitung in Rechnung zu ziehen sind, bedarf wohl keiner besonderen Hervorhebung.

Sind Verkauf und Landwirtschaft wie überhaupt eine anderweite Benutzung ausgeschlossen, so ist der höchste Bodenerwartungswert bei forstlicher Verwendung des Bodens anzunehmen. Derselbe hätte darüber zu entscheiden, welche Holzart,

Betriebsart etc. am Platze ist. Ist überhaupt keine Umwandlung nötig, so ist eben nur für die vorhandene Holz- und Betriebsart die Rechnung auszuführen.

Ueber die vorteilhafteste Höhe der fortab anzustrebenden Umtriebszeit lassen sich keine bestimmten allgemein gültigen Zahlen aufstellen. Viele Forstwirte waren seither vorzüglich deswegen Gegner der Reinertragstheorie, weil Rechnungen in gegebenen Fällen, gestützt auf eine bestimmte Gestaltung der Technik und auf einmal vorliegende Preise, auf niedrige Umtriebe hinwiesen, welche praktisch als unvorteilhaft verworfen werden mußten. Doch sind, wie oben erwähnt, die in dieser Beziehung gehegten Befürchtungen nicht begründet. Sind allerdings schwache Sortimente zu den angesetzten Preisen mit Vorteil selbst in größeren Mengen verkäuflich, vermag die Technik die Erträge nicht zu erhöhen (Durchforstung, Mischung, Lichtungszuwachs) und ist nicht zu erwarten, daß die Preise stärkerer Hölzer genügend steigen werden, so muß der Forstwirt sich eben mit niederen Umtrieben bescheiden, wenn auch das für schöne Wälder schwärmende Herz des Technikers dabei ein wenig blutet. Er hat sich an den Gedanken zu gewöhnen, daß nicht seine Vorliebe für bestimmte Wirtschaftsformen und Holzarten in Waldungen den Ausschlag geben darf, welche nicht lediglich ihm, sondern Dritten Vorteil bringen sollen.

Hohe Umtriebszeiten werden insbesondere sich als vorteilhaft berechnen, wenn mittelaltes Holz gar nicht oder nicht mit Vorteil abzusetzen ist, während die Preise starker Sortimente verhältnismäßig hoch sind. Niedrige Umtriebszeiten liefern vorwiegend oder ausschließlich Brennholz, Ernte- und Transportkosten sind verhältnismäßig hoch; mit zunehmendem Bestandesalter wird mehr Nutzholz gewonnen, insbesondere solches, dessen Preis bis zu gewisser Grenze hin mit dem Alter steigt; auch können die Kosten der Gewinnung sich erniedrigen, infolge dessen denn auch höhere Umtriebszeiten vorteilhafter sein als niedere. So berechnet z. B. Martin (Folgerungen der Bodenreinertragslehre § 75) für astreine Nutzholzkiefern in günstigen Absatzlagen einen 120jährigen, in ungünstigen einen 140—150jährigen Umtrieb, während er bei ästigen, meist nur Brennholz liefernden Kiefern auf einen 60jährigen finanziellen Umtrieb kommt.

Soll die Umtriebszeit z vorteilhafter sein wie die Umtriebszeit x, so müßte sein

$$\frac{A_z - c}{q^z - 1} - c - V > \frac{A_x - c}{q^x - 1} - c - V \text{ oder}$$

$$\frac{A_z - c}{A_x - c} > \frac{q^z - 1}{q^x - 1}.$$

Für $A_x - c = 1$, $x = 100$, $z = 150$ und $q = 1{,}03$, müßte $A_z - c = 4{,}6$ sein. Ist der jährliche Zuwachs an Masse = 0,5%, so müßte der Preis in 50 Jahren sich wenigstens auf das 3½ fache von demjenigen des 100jährigen Holzes erhöhen. Für $x = 80$ würde $A_z - c$ schon = 8,6 sein müssen. Ueberhaupt wird, wenn Holz im Alter von 70 und 80 Jahren bereits mit Vorteil verkäuflich ist, der Zuwachs an Masse und Güte recht ansehnlich sein müssen, wenn hohe Umtriebe von 150 oder mehr Jahren noch lohnend sein sollen.

Im Hochgebirge mögen solche hohe Umtriebszeiten sich leicht noch als vorteilhaft erweisen, in der Ebene mit dichter Bevölkerung, entwickeltem Verkehr und guten Preisen auch von jüngerem und mittelaltem Holze werden sie sich nicht halten lassen. Allerdings kann hier auch durch die Technik die Umtriebszeit hinausgeschoben werden, indem starke Lichtungen das zu verzinsende Bestandeskapital mindern und gleichzeitig den Zuwachs der verbleibenden Stämme erheblich steigern. Wie groß der Einfluß solcher Maßregeln in der gedachten Beziehung ist, dies müssen anzustellende praktische Versuche und Untersuchungen lehren. Uebrigens hat die Praxis auch bei den herrschenden Betriebs- und Nutzungsarten dem Gedanken, daß bei gutem Preisstande ein langes Ueberhalten nicht rätlich sei, bereits Rechnung getragen. In vielen Teilen von Deutschland kommen Althölzer als Zeugen eines früheren Riesen-

geschlechtes nur noch in vereinzelten Exemplaren vor. Und in anderen Gegenden, wo sie aus Mangel an Verkehrsmitteln erhalten werden mußten oder wo man hyperkonservativ wirtschaftete, würde man gern mit den vorhandenen Vorräten recht rasch aufräumen, um sich gegen die Verluste durch Abständigwerden und Kernfäule zu schützen, wenn nur eine solche Räumung möglich wäre.

Nun ist freilich die Rechnung, welche zur Ermittelung der vorteilhaftesten Umtriebszeit anzustellen ist, mit Schwierigkeiten verknüpft. Irrungen sind leicht möglich, doch kann die Reinertragstheorie nicht dafür verantwortlich gemacht werden, daß die Bäume ein so hohes Alter erreichen und daß der Mensch nicht lediglich sorglos an den Augenblick denken darf, indem er nach überlieferter Schablone weiter wirtschaftet.

Im übrigen darf der Forstwirt es als ein Glück bezeichnen, daß Rechnungsfehler keinen großen Einfluß ausüben. Die Abtriebszeit wird nicht erheblich geändert, wenn in die für Bestimmung derselben dienende Formel eine etwas zu hohe oder zu kleine Größe B eingestellt wird. Die Unterschiede gegen den richtig berechneten Bodenerwartungswert müssen schon recht ansehnliche sein, wenn dadurch die Abtriebszeit um mehrere Jahre verschoben werden soll. Meist kann man ohne praktisch nennenswerten Fehler eine durchschnittliche, allgemein als zutreffend angenommene Größe einstellen.

Auf Grund der oben hervorgehobenen Erwägungen hätte man zunächst die Grenzen festzustellen, innerhalb deren die Umtriebszeit sich überhaupt nur wird bewegen können. Damit ist schon von vornherein der Spielraum von Fehlern und Irrungen eingeschränkt. Hierauf berechnet man innerhalb dieser Grenzen die Bodenwerte auf Grund von Sätzen, die nach sachgemäßem menschlichen Ermessen als zutreffend gelten dürfen. Meist freilich hat es seither an solchen Unterlagen gefehlt. Dieselben sind erst z. T. durch das Versuchswesen gewonnen, vieles ist noch durch örtliche Erfahrungen und statistische Erhebungen zu beschaffen. Sind ja doch auch sonst viele Sätze unserer Techniker trotzdem, daß sie nur auf induktivem Wege gewonnen werden können, rein aprioristischer Natur.

In solchen Fällen bleibt nichts anderes übrig, als nach bestem Ermessen zu entscheiden. Liefert eine bereits eingeführte Umtriebszeit brauchbare marktgängige Ware, darf man von einer Erhöhung zunächst keine lohnende Besserung erwarten, darf man ferner nach den Ergebnissen, die in anderen Waldungen gewonnen wurden, annehmen, daß auch mit einer Erniedrigung keine erheblichen Vorteile erzielt werden, so liegt kein Grund zu einer Aenderung vor. Eine solche ist nur am Platze, wenn sie mit genügender Wahrscheinlichkeit als vorteilhaft gerechtfertigt werden kann. Einen Sprung ins Dunkele zu machen, entspricht keineswegs den Forderungen einer gesunden Reinertragstheorie.

Immerhin sind doch noch in recht vielen deutschen Waldungen so belangreiche Vorräte an Althölzern aufgespeichert, daß eine ernsthafte Prüfung der Berechtigung einer weiteren Fortdauer dieses Zustandes angezeigt erscheint. Unsere inzwischen vertieften Kenntnisse über die Wuchsleistungen, mögen sie auch noch lange nicht abgeschlossen sein, zeigen deutlich die Unmöglichkeit, den Zuwachs alter Bestände auf die Dauer zu heben, die Notwendigkeit, Starkholz in großen Mengen gerade im Inlande zu erzeugen, ist angesichts der von Jahr zu Jahr besser werdenden Transportmöglichkeit immer weniger dringend und die meist als letzte und scheinbar durchschlagende Entschuldigung für eine hyperkonservative Wirtschaft angeführte starke Preissteigerung des Holzes verliert gegenüber der gleichzeitig einsetzenden allgemeinen Verteuerung aller anderen Produkte ganz erheblich an Gewicht. Ein rückhalt-

loses Zugeben dieser Zustände wird vor allem auch der Gefahr vorbeugen, daß die vorhandenen Uebervorräte nicht allmählich mit der laufenden Nutzung verzettelt, sondern als Kapital genutzt und erhalten werden. So hat auch bereits verschiedentlich das gesunde kaufmännische Empfinden über die vielfach nur vorgefaßten und einseitig forstfreundlichen Anschauungen die Oberhand gewonnen.

2. Das Rechnungsverfahren.

§ 46. Das Rechnungsverfahren ist nun einfach das folgende.

a. Walderwartungswert, Maximum desselben.

Bleibt der m jährige Bestand noch x — m Jahre stehen, so wächst er an auf A_x. Außerdem gehen noch Zwischennutzungen ein in der auf die Zeit n bezogenen Summe D_n. An Kosten laufen auf bis zum Ende der x — m Jahre $V(q^{x-m}-1)$. Endlich steht nach erfolgtem Abtrieb der Boden mit einer Kapitalhöhe von B zur Verfügung. Die gesamte Summe, abzüglich der Kosten, beläuft sich demnach, bezogen auf das Jahr x, auf

$$A_x + D_n q^{x-n} + B - V(q^{x-m}-1).$$

Auf das Jahr m bezogen, ist dieselbe gleich dem Walderwartungswert:

$$W_x = \frac{A_x + B + V}{q^{x-m}} + \frac{D_n}{q^{n-m}} - V.$$

Diejenige Abtriebszeit ist nun die vorteilhafteste, für welche dieser Walderwartungswert seinen höchsten Betrag erreicht.

Würde der Bestand noch bis zum Alter y stehen bleiben und würde nach dem Jahre x, etwa zur Zeit r, noch eine Durchforstung (Zwischennutzung) erzielt, so hätten wir einen Walderwartungswert von:

$$W_y = \frac{A_y + B + V}{q^{y-m}} + \frac{D_n}{q^{n-m}} + \frac{D_r}{q^{r-m}} - V.$$

Nun ist zu vergleichen, ob $W_y \gtreqless W_x$ oder

$$\frac{A_y + B + V}{q^y} + \frac{D_r}{q^r} \gtreqless \frac{A_x + B + V}{q^x}.$$

Ist $W_y > W_x$, so würde der Bestand weiter zu erhalten sein, im entgegengesetzten Falle müßte er, wenn er das Alter x erreicht hat, abgetrieben werden.

Oft hat man gegen die Reinertragstheorie den Vorwurf erhoben, sie habe sich mit Bestimmung der Preise einer fernen Zukunft, ja der Unendlichkeit zu befassen. Solche Einwendungen sind jedoch von keinem Gewicht. Etwaige Veränderungen, die in ferner Zeit eintreten können, werden nur so weit in Rechnung gezogen, als sie als wahrscheinlich gelten dürfen. Dieselben finden aber, wie oben dargelegt worden ist, ihren Ausdruck in vollkommen hinreichender Weise im Zinsfuß, wie dies in der Landwirtschaft schon von jeher bei Bodenwertsberechnungen der Fall gewesen ist. Auf genaue Bestimmungen muß man dabei natürlich verzichten; doch ist die Erzielung einer scharfen Genauigkeit für unsere Zwecke nicht von großer praktischer Bedeutung, da sie nur auf die Größe von B einen Einfluß ausübt. Ueberdies ist die Höhe des Bodenwertes vornehmlich nur von den Erträgnissen der ersten, zunächst liegenden Umtriebszeit bedingt, während alle späteren Umtriebszeiten nur einen untergeordneten Einfluß ausüben. Aus der Formel für den Bodenerwartungswert in der Schreibweise

$$B_e = \frac{A_u}{1{,}0p^u} + \frac{A_u}{(1{,}0p^u - 1)\,1{,}0p^u}$$

ist dies ohne weiteres ersichtlich. Sind darum wesentliche Aenderungen nicht mit

genügenden Gründen als wahrscheinlich anzunehmen, so rechnet man mit den jetzt vorliegenden Sätzen.

Ueber die Notwendigkeit, das Bodenkapital aus seinen Erträgen zu bestimmen, kommt übrigens keine Schule hinaus, wenn man sich auch in der Praxis die Sache gerne dadurch etwas erleichtert, daß man Ergebnisse benutzt, zu denen andere bereits gelangt sind. (Erlöse aus Verkäufen.) Allerdings denken diejenigen, welche von einem „Bodenwert" und von der Bestimmung desselben sprechen, in der Regel nicht daran, daß sie hierbei von der gleichen Unterstellung ausgehen, welche ihnen als bedenklich erscheint, sobald ihnen die Entwicklung der Formel vor Augen geführt wird.

Ist nun einmal die Größe B bestimmt, so handelt es sich in unserer Formel nicht mehr um eine so fernliegende Zukunft, sondern nur um einen Zeitraum, der bis zum Abtrieb verfließt. Solche Zeiträume hat aber wieder der Forstwirt überhaupt ins Auge zu fassen und zwar nicht allein der Anhänger des größten Boden- oder des Waldreinertrages, sondern auch derjenige des größten Massenertrages. Eine solche Notwendigkeit entspringt der Natur der Wirtschaft; nur irrige Auffassung und Vorurteil vermögen dies zu verkennen und zu übersehen, daß zwischen der Theorie, welche die Hiebsreife nach dem größten Walderwartungswert, und derjenigen, welche sie nach dem größten Durchschnittsertrage (Waldreinertrag) bestimmt, nur der Unterschied besteht, daß erstere mit Zinsen rechnet und diskontiert, letztere aber auf die zeitliche Verschiedenheit des Eingangs von Erträgen und der Verausgabung von Kosten gar keine Rücksicht nimmt.

Ganz allgemein wäre in unserer Formel für B die höchste Summe einzustellen, welche unter den gegebenen Umständen erreichbar ist. Kann der Boden nach dem Abtrieb mit Vorteil anderweit, etwa landwirtschaftlich verwandt werden, so ist die Summe anzunehmen, welche man aus einer solchen Benützung zu erzielen hoffen darf. Das Gleiche gilt, wenn für den Eigentümer ein gewinnreicher, zeitlich nicht näher bestimmter Verkauf in Betracht kommen kann. Ist aber die forstliche Verwertung vorteilhafter, oder muß aus irgend welchem Grunde die Forstwirtschaft dauernd beibehalten werden, so wäre der Bodenerwartungswert, und zwar, wenn man in der Wahl der Wirtschaft unbeschränkt ist, das Maximum desselben einzustellen, dementsprechend auch, wenn die Wirtschaft nicht freigegeben ist, das Maximum, wie es sich für die zulässigen Verwendungsweisen berechnet.

Ist der Bestand normal, so kommen wir bei Unterstellung des Maximums des Bodenerwartungswertes auf die oben S. 52 entwickelte Formel, finanzielles Abtriebsalter und finanzielle Umtriebszeit fallen zusammen.

Ob der Bestand abnorm oder normal ist, bleibt sich übrigens für die Art der Berechnung gleich. Jedenfalls sind diejenigen Erträge einzustellen, welche tatsächlich in Aussicht stehen, bezw. als beziehbar angenommen werden dürfen. Die möglichst zuverlässige Ermittelung derselben ist eine Aufgabe der forstlichen Technik.

Nun kann der Walderwartungswert verschiedene Maxima erreichen, insbesondere auch dann, wenn man sich nicht mit mäßigen Durchforstungen begnügt, sondern dieselben auf die herrschenden Stämme ausdehnt und dann weitere den Zuwachs fördernde Durchhauungen allzulange anstehen läßt. Alsdann hätte das alsolute Maximum zu entscheiden. Im übrigen wären Schwankungen im aufsteigenden Verlauf durch eine richtige Durchforstungspraxis möglichst zu beseitigen.

b. Die laufende Verzinsung.

§ 47. Das Wesen der laufenden Verzinsung ist die Zunahme eines Bestandeswertes im Vergleich zum Jetztwert desselben und zu den bei seinem Fortwachsen

noch erforderlichen Aufwendungen. Formelmäßig haben wir folgende Darstellung: Aus der in § 46 mitgeteilten Formel $W_y \lesseqgtr W_x$ erhalten wir

$$(A_y + B + V)\, q^x + D_r q^{y+x-r} \lesseqgtr (A_x + B + V)\, q^y \text{ oder}$$
$$A_y - A_x + D_r q^{y-r} \lesseqgtr (A_x + B + V)(q^{y-x} - 1) \text{ oder}$$
$$A_y - A_x + D_r q^{y-r} = (A_x + B + V)(w^{y-x} - 1) \text{ oder auch}$$
$$w^{y-x} = \frac{A_y + B + V + D_r q^{y-x}}{A_x + B + V}$$

Ist $w > q$, so hätte der Bestand bis zum Jahre y noch stehen zu bleiben, im entgegengesetzten Falle ist er im Jahre x zu hauen. Jedenfalls müssen die zu erzielenden Mehreinnahmen ausreichen, um die im Jahre x verfügbare Summe $A_x + B + V$ (nämlich B durch Neukultur oder anderweite Verwendung, A_x durch Abtrieb und Verkauf oder sonstige Ausnutzung genügend zu verzinsen[1]).

Ist nun der Gang der Durchforstungen bereits festgelegt, und kommt nur noch der Abtrieb in Frage, so hätten wir das Maximum von

$$W_x = \frac{A_x + B + V}{q^{x-m}} + \frac{D_n}{q^{n-m}} - V$$

zu bestimmen. Es ist nur durch Probieren ausfindig zu machen, wann solches eintreten wird. So lange die Wertzunahme des Bestandes eine solche ist, daß sich dabei noch ein Ueberschuß über die Zinsen des Bestandeswertes nebst denjenigen des Boden- und des Verwaltungskostenkapitales, alles nach dem angenommenen Wirtschaftszinsfuß gerechnet, ergibt, ist das Fortwachsenlassen finanziell gerechtfertigt.

Die Abtriebsreife tritt zu der Zeit ein, in welcher diese Verzinsung gerade die geforderte Höhe von p % erreicht.

Unterstellen wir als Zeiteinheit ein Jahr, so erhalten wir den laufend-jährlichen Zuwachs $A_{x+1} - A_x$, und wir kommen zur Formel

$$\frac{A_{x+1} - A^x}{A_x + B + V} = 0{,}0w.$$

Unsere Formel ist die der laufend-jährlichen Verzinsung (Benennung von G. Heyer) oder des Weiserprozentes (Benennung von Preßler). Der ihr zugrunde liegende Gedanke ist einfach identisch mit demjenigen der Bestimmung des größten aus der Wirtschaft zu ziehenden Gewinnes. Von einem Unterschiede oder gar einem Gegensatz beider Autoren kann hier keine Rede sein. Heyer hatte bei seiner Art der Ableitung im Nenner statt A_x den mit dem Maximum des Bodenwertes berechneten Bestandeskostenwert $H K_x$, Preßler bei der seinen außer $A_x + B + V$ noch das sog. Kulturkostenkapital C_x stehen.

Heyer bildete sich die zu verzinsenden Kapitalien zunächst aus den wirklich aufgelaufenen Kosten, unterstellte aber dann, seinen Anschauungen entsprechend, die normalen Kosten der Gegenwart und demgemäß das Maximum des Bodenerwartungswertes. Unter dieser Voraussetzung führt die Verzinsungsformel auch für normale Verhältnisse (Bestockung, Zuwachs, fernere Erhaltung der Waldwirtschaft) zu einem richtigen Ergebnisse. Preßler ging ebenfalls von dem Gedanken aus, daß die im Walde werbenden Kapitalien voll zu verzinsen seien. Als solche Kapitalien stellten sich ihm Boden, Bestand, Verwaltungskosten und Kulturkosten dar. Dieser Gedankengang kann aber leicht zu irrigen Annahmen führen. Das Bodenkapital ist kein von vornherein fest bestimmtes, wie denn in der Tat die Frage, welcher Bodenwert im Weiserprozent einzustellen sei, zu verschiedenen literarischen Erörterungen Veran-

---

1) V braucht nicht tatsächlich vorhanden zu sein. Es genügt, daß v, als Zins von V betrachtet, anderweit verwertbar ist.

lassung gegeben hat. Dann ist das Kulturkapital im Weiserprozent zu streichen; seine Einstellung führt zu einer anderen Abtriebszeit als der finanziellen.

Einfach und sicher kommt man zum richtigen Ziele, wenn man sich immer auf den Standpunkt der Gegenwart stellt und die in Aussicht stehenden Erträge und Kosten der einen Wirtschaftsweise mit denen der anderen vergleicht. Dieser Gedankengang führt aber nicht allein zum richtigen Ziele, sondern er enthebt uns auch der unnötigen Erörterung gar mancher Fragen, welche bislang Schwierigkeiten bereiteten und zu Meinungsverschiedenheiten Veranlassung geben.

Für den Fall, daß der Bestand normal ist, zeigt natürlich auch unsere Formel ein Zusammenfallen von Abtriebs- und Umtriebszeit an.

§ 48. Aus der Vergleichung der Walderwartungswerte

$$\frac{A_{x+1} + B + V}{q^{x+1-m}} \lesseqgtr \frac{A_x + B + V}{q^{x-m}}$$

erhalten wir $A_{x+1} + B + V \lesseqgtr (A_x + B + V)\,1{,}0p$ oder

$$A_{x+1} - (B + V)\,0{,}0p \lesseqgtr A_x\,1{,}0p.$$ Ebenso können wir

statt $\frac{A_{x+1} - A_x}{B + V + A_x} = 0{,}0w$ auch $\frac{A_{x+1} - A_x - (B + V)\,0{,}0p}{A_x} = 0{,}0w$

oder noch kürzer $\frac{A_{x+1} - (B + V)\,0{,}0p}{A_x} = 1{,}0w$ setzen.

Die letztere Form führt natürlich auch auf die richtige Abtriebszeit. Für dieselbe berechnen sich vor Eintritt der finanziellen Hiebsreife größere, nachher kleinere Prozente wie für die vorhergehende, wie sich leicht ergibt, wenn wir vergleichen

$$\frac{A_{x+1} - (B + V)\,0{,}0p}{A_x} \lesseqgtr \frac{A_{x+1} - A_x}{A_x + B + V} + 1,$$ woraus wir erhalten

$$A_{x+1} - A_x \gtreqless (A_x + B + V)\,\frac{p}{100}.$$

Die letztere Form ist insofern für Bestimmung der finanziellen Hiebsreife brauchbarer als die erste.

Ist B zu hoch veranschlagt, so wird das Prozent der laufenden Verzinsung schon vor der Zeit der Hiebsreife gleich p, der Abtrieb würde zu früh eintreten. Ist dagegen B zu niedrig bemessen, so ist w längere Zeit größer als p, der Abtrieb würde dadurch verspätet werden. Uebrigens ist der Einfluß von Schätzungsfehlern nicht groß.

Die Größe w ist weit mehr von einer richtigen Bemessung des vorhandenen Bestandes und des demnächst zu erwartenden Wertszuwachses als von der Größe B beeinflußt. Und solche Zuwachsschätzungen vorzunehmen, ist Aufgabe des Forstwirts überhaupt, gleichgültig, welcher Richtung er zugezählt sein will.

Nun wird man freilich nicht von Jahr zu Jahr Zuwachserhebungen ausführen können. Solche Untersuchungen sind auf längere Zeitabschnitte auszudehnen, um auf Grund derselben den durchschnittlich-jährlichen Zuwachs zu berechnen. Umfaßt ein solcher Zeitraum a Jahre, in denen noch eine Zwischennutzung D_n eingehe, so hätten wir zu vergleichen

$$A_{m+a} + D_n q^{m+a-n} + B - V\,(q^a - 1) \lesseqgtr (B + A_m)\,q^a.$$

Statt dessen können wir auch setzen

$$A_{m+a} + D_n q^{m+a-n} - (B + V)\,(q^a - 1) = A_m w^a$$

und $$w = \sqrt[a]{\frac{A_{m+a} + D_n q^{m+a-n} - (B + V)\,(q^a - 1)}{A_m}}.$$

Man hat in dieser Formel wohl auch schon für die Zwischennutzungen ein höhe-

res Prozent als p mit der Begründung unterstellt, dieselben könnten nach ihrer Einerntung mit einem solchen höheren Prozente anwachsen zu einem Betrage $D_n q_1^{m+a-n} > D_n q^{m+a-n}$ (vergl. Anm. S. 34). Ist dies richtig, dann müssen wir überhaupt mit einem höheren Prozente p_1 statt p rechnen. Denn A_m könnte ja ebenfalls, sobald jetzt der Abtrieb erfolgte, bis zur Zeit m + a zum Betrage $A_m q_1^a$ anwachsen. Wir haben doch nur zu vergleichen

$$\frac{A_{m+a} + B + V}{q^a} + \frac{D_n}{q^{n-m}} - (B + V) - A_m \gtreqless 0.$$

In dem Ausdrucke $\frac{D_n}{q^{n-m}}$ zeigt sich, daß von einem werbenden Anlegen nicht die Rede sein kann. Die Durchforstungen erscheinen vielmehr diskontiert, hierfür aber einen anderen als den forstlichen Zinsfuß anzuwenden, liegt weder ein Grund noch eine Berechtigung vor. Führen wir aber die Vergleichung zur Zeit m + a aus, so haben wir

$$A_{m+a} + D_n q^{m+a-n} - (B + V)(q^a - 1) - A_m q^a \gtreqless 0.$$

Bei dieser Form der Rechnung erscheint D_n allerdings prolongiert, doch dürfen wir uns durch diese Form nicht irre führen lassen.

Uebrigens ist es gar nicht erforderlich, die Größe w zu berechnen und zu dem Ende Zinstafeln zu benutzen oder Näherungsverfahren einzuschlagen. Es genügt, wenn wir einfach vergleichen:

$$\frac{A_{x+a} + D_n q^{x+a-n} - (B + V)(q^a - 1)}{A_x} \lesseqgtr q^a.$$

Zwischennutzungen, insbesondere aber solche Zwischennutzungen, welche für die Frage der Abtriebsreife von Bedeutung sind, fallen in diesem Falle kaum an. Erfolgen sie zur Zeit x, so daß also n = x, so hätten wir

$$\frac{A_{x+a} - (B + V)(q^a - 1)}{A_x + D_x} \lesseqgtr q^a.$$

Für a = 10 und p = 3 ist q = 1,344. So ist nach der von G. Heyer in seiner Waldwertrechnung mitgeteilten Ertragstafel

im Jahr	der Abtriebsertrag Mark	im Jahr	der Abtriebsertrag Mark
50	1267	80	3608
60	2063	90	4214
70	2970	100	4500

B + V ist für diesen Fall = 483. Für x = 50 erhalten wir

$$\frac{2063 - 483 \cdot 0{,}344}{1267} = 1{,}497 > 1{,}344.$$

Für x = 60 haben wir

$$\frac{2970 - 0{,}344 \cdot 483}{2063} = 1{,}359 > 1{,}344$$

für x = 70:

$$\frac{3608 - 0{,}344 \cdot 483}{2970} = 1{,}16 < 1{,}344$$

und für x = 80:

$$\frac{4214 - 166}{3608} = 1{,}12 < 1{,}344.$$

Vor dem Jahre 70 steht das Prozent der laufenden Verzinsung über 3, nachher sinkt es unter 3. Mit dem genannten Jahre tritt die Abtriebsreife ein. Allerdings könnten wir an der Hand unserer Formel nur schließen, daß diese Abtriebsreife zwischen den Jahren 60 und 80 eintritt, und zwar im Mittel im 70. Jahre. Doch genügt eine derartige Folgerung vollständig für die Praxis; das einzelne Jahr dagegen fällt in die Wagschale, wenn die augenblickliche Marktlage sich als besonders günstig oder ungünstig erweist.

§ 49. Nun unterscheidet man Zuwachs an Masse, an Güte und einfache Preiserhöhung (Quantitäts-, Qualitäts- und sog. Teuerungszuwachs).

Ist im Jahre m die Masse = M_1, wird sie x Jahre später gleich M_2 sein, ist ferner der Preis des m jährigen Holzes = Q_1, der des (m + x) jährigen zur selben Zeit gleich Q_2, so können wir setzen $M_2 = M_1 r^x$ und $Q_2 = Q_1 g^x$; die Masse hat einen durchschnittlich jährlichen Zuwachs von p_1%, indem $r = 1{,}0\,p_1$ [1]), der Preis der Masseneinheit erhöhte sich mit Zunahme der Güte des Holzes um p_2%, indem $1{,}0p_2 = g$. Hat man nun ferner beobachtet, daß seither der Preis des Holzes bei gleicher Güte die Neigung hatte, durchschnittlich jährlich um p_3% zu steigen, darf man annehmen, daß eine solche Erhöhung auch in der nächsten Zeit stattfinde, so können wir setzen $A_m = M_1\,Q_1$ und $A_{m+x} = M_2\,Q_2\,t^x$, wobei $t = 1{,}0\,p_3$. Der Walderwartungswert ist

$$\frac{A_m\,(rgt)^x + B + V}{q^x} + \frac{D_n}{q^{n-m}} - V.$$

Kommen keine Zwischennutzungen D_n mehr in Betracht, und es ist zu untersuchen, ob der Abtrieb jetzt oder nach x Jahren erfolgen soll, so vergleichen wir

$$\frac{A_m\,(rgt)^x + B + V}{q^x} - V \lesseqgtr A_m + B$$

oder

$$(rgt)^x \gtreqless q^x + \frac{(B+V)\,(q^x - 1)}{A_m}$$

rgt ist gleich $1{,}0\,p_1 \,.\, 1{,}0\,p_2 \,.\, 1{,}0\,p_3 = 1 + \frac{p_1 + p_2 + p_3}{100} + \frac{p_1\,p_2 + p_1\,p_3 + p_2\,p_3}{10{,}000} + \frac{p_1\,p_2\,p_3}{1{,}000{,}000}$.

Die letzten beiden Glieder dürfen wir hier als praktisch einflußlos vernachlässigen. So erhalten wir denn

$$1 + \frac{p_1 + p_2 + p_3}{100} \lesseqgtr \sqrt[x]{q^x + \frac{(B+V)\,(q^x - 1)}{A_m}}$$

und für x = 1

$$p_1 + p_2 + p_3 \gtreqless p + \frac{(B+V)p}{A_m}$$ oder, indem wir statt p ein veränderliches w einsetzen

$$p_1 + p_2 + p_3 = \frac{(A_m + B + V)\,w}{A_m}$$ und

1. $$\frac{(p_1 + p_2 + p_3)\,A_m}{A_m + B + V} = w.$$ (Presslersches Weiserprozent.) Statt dessen können wir auch setzen:

$$p_1 + p_2 + p_3 = w_1 + \frac{(B+V)\,p}{A_m}$$ und

2. $$p_1 + p_2 + p_3 - \frac{(B+V)\,p}{A_m} = w_1$$ (Königsches Wertszunahmeprozent, auch von Kraft angenommen).

w_1 ist vor Eintritt der Hiebsreife größer als w, nachher kleiner. Formel 2. ist darum zur Bestimmung dieser Hiebsreife brauchbarer als Formel 1.

Bei diesen Formeln ist allerdings zu beachten, ob bei Bestimmung von p, d. h. des geforderten Wirtschaftsprozentes mögliche Preisänderungen nicht schon in Rech-

---

1) Um diese Prozente ohne Logarithmentafel berechnen zu können, empfiehlt Preßler eine Näherungsformel. Ist $M_2 = M_1\,1{,}0p^n$, so ist der in n Jahren erfolgte Zuwachs = $M_2 - M_1$, das arithmetische Mittel für 1 Jahr ist gleich $\frac{M_2 - M_1}{n}$. Die mittlere Menge ist gleich $\frac{M_2 + M_1}{2}$. Unterstellen wir jenes Mittel als Zuwachs dieser Menge, so erhalten wir das Prozent $\frac{(M_2 - M_1)\,200}{(M_2 + M_1)\,n}$. Dasselbe ist kleiner als p. Der Unterschied ist um so größer, je größer n und p. Für mittlere p und insbesondere für kleine n ist er praktisch ohne Belang.

nung gezogen sind. Ist dies der Fall, so ist ein Teuerungszuwachs p_3 entweder überhaupt nicht oder nur soweit in Rechnung einzustellen, als er gerade unter den gegebenen Umständen noch als besondere Gabe zu erwarten ist (örtliche Aenderungen, Wegebau etc.). Hätte der Preis die Neigung zu sinken, so würde p_3 natürlich negativ sein. So weit es sich nicht um örtliche Besonderheiten handelt und wenn bei Bestimmung von p bereits die möglichen Preisänderungen genügend berücksichtigt sind, wäre einfach zu vergleichen

$$p_1 + p_2 - \frac{(B+V)\,p}{A_m} = w \gtreqless p.$$

Aus obigen Formeln ergibt sich auch die Art des Einflusses, welchen eine Veränderung von Kosten und Erträgen ausübt. Ist längere Zeit eine noch besonders zu verrechnende Preissteigerung zu erwarten, so hält sich auch die laufende Verzinsung länger über der geforderten. Ist dagegen für die nächsten Jahre eine Preisminderung zu besorgen, so läßt auch unsere Formel einen frühzeitigeren Abtrieb als geboten erscheinen. Durch eine Vergrößerung von B (Minderung der Ernte- und Kulturkosten oder Unterstellung eines größeren B, weil der Boden nach dem Abtrieb anderweit vorteilhafter benutzt werden kann) wird die Abtriebszeit verkürzt, durch eine Verminderung von B (Steigen der Kosten) wird dieselbe weiter hinausgeschoben. Letzteres kann auch infolge davon geschehen, daß Durchforstungen eingelegt werden, welche p_1 und p_2 erhöhen und A_x vermindern. Ist $\frac{A_{x+1} - A_x}{A_x + B + V}$ bereits kleiner als 0,0p und wird nun ein Teil des Bestandes weggenommen, so kann der Zuwachs des verbleibenden Restes leicht so groß sein, daß das Prozent wieder auf p und über p gehoben wird.

Ist z. B. $A_x = 4000$, $B + V = 400$, $A_{x+1} = 4120$, so berechnen sich $\frac{100\,(4120 - 4000)}{4000 + 400} = 2{,}7\%$. Nimmt man nun 30%, also 1200 weg und erfolgt an dem verbleibenden Reste von 2800 ein Zuwachs von 100, so erhalten wir $\frac{100\,(2900 - 2800)}{2800 + 400} = 3{,}12\%$. Aushieb und weiterer Ueberhalt werden lohnend. Ohne Durchforstung[1]) hätte Abtrieb eintreten müssen. Hierbei will ich nicht vergessen, hervorzuheben, daß außerdem noch ein weiterer Zuwachs erfolgen kann. Sorgt man nämlich für eine natürliche oder künstliche Unterbauung, deren Nutzen auf z zu veranschlagen sei, so haben wir als Zuwachs nicht $A_{x+1} - A_x$, sondern $A_{x+1} - A_x + z$ in Anrechnung zu bringen. Ist etwa $z = B\,0{,}0\,p$, in unserem Beispiele = 12, so hätten wir $\frac{100\,(100 + 12)}{2800 + 400} = 3{,}5\%$. Durch die Kultur allein würde schon das Bodenkapital verzinst, der Zuwachs am Bestande brauchte nur den letzteren zu verzinsen. Gerade auf diesem Gebiete dürfen wir an die forstliche Technik erhöhte Anforderungen stellen. Sie wird imstande sein, auch mit niedrigeren Kosten und genügendem Vorteil stärkere Hölzer zu erziehen, zumal wenn es gelingt, dieselben einzuernten, ohne daß der Unterbestand zu sehr leidet, bezw. wenn etwaiger Schaden sich rasch und leicht wieder auswächst.

Die Formel der laufenden Verzinsung läßt uns ferner erkennen, welche Bedeutung eine Aenderung verschiedener Ertrags- und Kostensätze für die Frage der Abtriebszeit hat. Die Kulturkosten erscheinen z. B. in der Kraft'schen Formel in der Form $\frac{c\,q^x\,p}{(q^x - 1)\,A_m}$. Diese Größe ist meist verhältnismäßig klein, in vielen Fällen nicht größer als 0,02 bis 0,06. In solchen Fällen würde durch Steigerung der Kulturkosten um 50% das berechnete Prozent sich um 0,01 bis 0,03 erhöhen. Veränderungen von V sind ohne Einfluß, da sich diese Größe gegen das in der Formel für B stehende V

1) Den Begriff „Durchforstung" fasse ich hier nicht schulmäßig auf. Die Durchforstung ist in obiger Abhandlung jede Holznutzung, welche vor dem vollständigen Abtrieb erfolgt, oder im Femelwalde sich auf die jüngeren Altersklassen erstreckt, gleichgültig ob sie unterdrückte oder nicht unterdrückte Stämme umfaßt.

streicht. Würde man aber auch für B eine gegebene Summe einsetzen, so müßten Veränderungen von V schon verhältnismäßig groß sein, wenn sie einen nennenswerten Einfluß ausüben sollen. In den meisten praktischen Fällen ist $\frac{Vp}{A_m}$ etwa gleich 0,1 oder auch kleiner als 0,1. Eine Erhöhung von V um 5 % würde das Prozent der laufenden Verzinsung nur um etwa 0,04 oder 0,05 vermindern.

Ueber den Einfluß, welchen Aenderungen des unterstellten Wirtschaftsprozentes auf den Eintritt der Abtriebsreife ausüben, gibt unsere Formel keinen vollen Aufschluß. Ist B konstant, so kann, wenn p verringert wird, die laufende Verzinsung länger sinken, bis sie die Abtriebsreife anzeigt. Im entgegengesetzten Falle dagegen wird der Bestand früher als hiebsreif erscheinen. Wird jedoch B mit Zugrundelegung von p berechnet, so ist auch der Nenner der obigen Formel um so kleiner, je größer p und umgekehrt oder in der Formel $p_1 + p_2 + p_3 - \frac{(B+V)p}{A_m} \gtreqless p$ ändern sich B + V in entgegengesetzter Richtung wie p.

c) Die durchschnittliche Verzinsung.

§ 50. Ein Urteil über den gesamten finanziellen Erfolg eines forstlichen Betriebes kann das Weiserprozent, die laufende Verzinsung zunächst an sich allein nicht geben, über diesen kann nur die durchschnittliche Verzinsung entscheiden. Da aber beide analog wie der laufende und durchschnittliche Zuwachs der Bestände in bestimmten Beziehungen zueinander stehen, so können wir doch die laufende Verzinsung als Kriterium der Rentabilität benützen, indem wir die Bestände in dem Zeitraum für hiebsreif erklären, in welchem die laufende Verzinsung der durch die Leistungsfähigkeit der Bestände gegebenen durchschnittlichen gleichkommt. Dies Verfahren ist insofern nicht unpraktisch, als die Berechnung des Weiserprozentes für den einzelnen Fall meist geringeren Schwierigkeiten unterliegt, als die der durchschnittlichen Verzinsung. Es setzt aber voraus, daß wir a priori wenigstens annähernd über die mögliche Höhe der letzteren orientiert sind, bezw. daß die von uns verlangte durchschnittliche Verzinsung sich innerhalb praktischer Grenzen mit dieser decke. Für die Berechnung derselben aber ergeben sich folgende Möglichkeiten:

1. Betrachten wir den einzelnen Bestand unter der Annahme, daß der Betrieb im Jahre x aufhöre, so sind zu dieser Zeit vorhanden:

Die Erträge $= A_x + D_k q^{x-k} + B_x$ und der
Kostenaufwand $= (B_0 + c)\, 1{,}0p_d^x + V\,(1{,}0p_d^x - 1)$, woraus sich ergibt:

$$1{,}0p_d^x = \frac{A_x + D_k q^{x-k} + B_x + V}{B_0 + V + c}.$$

Hierin ist D_k mit dem forstlichen Zinsfuße vernachwertet.

2. Unterstellen wir die Fortdauer der Wirtschaft, so liefert der Bestand alle u Jahre den Rohertrag $A_u + D_k q^{u-k}$, dessen Kapitalwert gleich $\frac{A_u + D_k q^{u-k}}{q^u - 1}$ und dessen durchschnittlich jährlicher Wert somit

$$= \frac{A_u + D_k q^{u-k}}{q^u - 1} \cdot 0{,}0p \text{ ist.}$$

Dem steht das im Anfang aufzuwendende Kapital $B + V + C_u$ gegenüber, worin $C_u = c + \frac{c}{q^u - 1}$ ist, so daß die durchschnittliche Verzinsung sich zu

$$p_d = \frac{A_u + D_k q^{u-k}}{(q^u - 1)(B + V + C_u)} \cdot p$$ ergibt (Heyers durchschnittliche Verzinsung).

3. Bei einer im Nachhaltsbetriebe befindlichen normalen Betriebsklasse sind die jährlichen Erträge immer gleich hoch. Es muß darum auch die laufende Verzinsung in jedem beliebigen Jahre gleich der durchschnittlichen sein. Den jährlichen Bruttoeinnahmen $A_u + D_k$ entspricht das zur Begründung und Fortführung des Betriebes erforderliche Kapital $u\,(B + V + N) + C$, worin $C = \frac{c}{0{,}0p}$ und N der durchschnittliche Normalvorrat pro Hektar ist, so daß sich ergibt:

$$p_d = \frac{A_u + D_k}{u(B+V+N)+C} \cdot 100$$ (Heyers durchschn. Verzinsung der Betriebsklasse).

4. Der praktischen Auffassung der Dinge sagt es mehr zu, anstatt mit der Bruttoeinnahme $A_u + D_k$ mit dem Nettoertrage $A_u + D_k - uv - c$ zu rechnen und von den fiktiven Kapitalien V und C abzusehen. Alsdann erhält man die durchschnittliche Verzinsung in der Form

$$p_d = \frac{A_u + D_k - uv - c}{u(B+N)} \cdot 100.$$

Praktisch läßt sich mit den 3 ersten Formeln nicht viel anfangen, aber auch die 4. ist für die Ermittelung der finanziellen Umtriebszeit nicht zu verwenden. Setzt man ein B ein, welches der Umtriebszeit u entspricht, und legt man dieses B der Berechnung von N zugrunde, so kommen wir zu Identitäten. Unterstellt man dagegen das Maximum des Bodenerwartungswertes, so kommen wir freilich nur bei der finanziellen Umtriebszeit auf eine Verzinsung von p %, doch würde uns unsere Formel nur auf einem Umwege zu dem Ergebnis führen, welches wir bereits kennen.

Aus obiger Formel erhalten wir auch

$$\frac{A_u + D_k - uv - c}{u\,0{,}0p} - N = B.$$

Wäre N konstant, so würde sich wohl ein Maximum von B für die Zeit berechnen, in welcher der Waldreinertrag seinen höchsten Betrag erreicht. Die genannte Voraussetzung wäre jedoch unrichtig. Denn der Vorrat ist mit der Umtriebszeit veränderlich. Setzen wir für N die oben mitgeteilte Formel ein, indem in derselben B_u eingestellt wird, so kommen wir zur Identität $B_u = B_u$.

Nun setzt Helferich (in Schönbergs Handbuch der polit. Oekonomie) für N den sogenannten Verbrauchswert, nämlich $(A_0 + A_1 + A_2 + \ldots A^{u-1}) \frac{1}{u}$ ein und bestimmt dann das Maximum von B. Hiergegen ist einzuwenden, daß Bestände, welche später genutzt werden sollen, nicht nach dem jetzigen sog. Verbrauchswerte geschätzt werden dürfen. Letzterer kommt nur in Frage, wenn es sich um eine jetzige Nutzung handelt, demnach bei dem ältesten Bestande, bei jüngeren aber nur, wenn auch für diese der Abtrieb in Erwägung gezogen wird, eine Voraussetzung, welche gerade für den Normalwald überhaupt nicht erfüllt wird. Außerdem werden bei jener Formel die jüngsten Glieder leicht zu hoch veranschlagt, wenn zur Berechnung das in § 38 angeführte abgekürzte Verfahren eingeschlagen wird, bei welchem die n jüngsten Bestände $= \frac{nA_u}{2}$ gesetzt werden. Das gilt allgemein für alle Waldungen, welche einen Verkauf der jüngsten Bestände überhaupt nicht zulassen, weil Ernte- und Transportkosten den Erlös übersteigen. Dann aber gibt es, wie oben erwähnt, in Wirklichkeit keinen Normalwald, die Formel hätte darum doch nur einen theoretischen Wert [1]).

1) Man vergleiche die ausführlichere Kritik dieser Formel von Trebeljahr in der Allgem. Forst- und Jagdzeitung 1911.

Unbeschadet dieser Auffassung kann man aber der Formel eine Bedeutung für die Beurteilung der gegenwärtigen finanziellen Leistung (aber nur dieser) einer gegebenen Wirtschaft mit annähernd normalen Verhältnissen nicht absprechen. Setzt man die tatsächlichen Werte der Gegenwart, also insbesondere für N den tatsächlichen Verkehrswert des Holzvorrates ein, so zeigt sie uns die jetzige Verzinsung des Wirtschaftskapitals und man kann sie mit Martin (Statik II. 204) als das Weiserprozent der Betriebsklasse bezeichnen. Nur muß man sich bei der Beurteilung des Resultates vor Trugschlüssen hüten. Die faktische durchschnittliche Verzinsung einer konkreten Wirtschaft, oder etwa die objektive Rentabilität der Forstwirtschaft kann sie nur angeben, wenn der Holzvorrat annähernd normal ist und die Nutzung dem Zuwachse entspricht, so daß nur Zahlen aus langen Beobachtungsreihen unter gleichzeitiger Berücksichtigung der während dessen eingetretenen Vorratsveränderungen einen einigermaßen verläßlichen Anhalt gewähren können. Im Uebrigen unterliegt die Feststellung der einzusetzenden Rechnungsgrößen keinen unüberwindlichen Schwierigkeiten. A_u, D_k, v und c sind aus der Statistik zu entnehmen, B kann mit hinreichender Sicherheit im Anschlusse an den aus der Rechnung sich ergebenden Bodenertragswert angesetzt und der Wert des Vorratskapitals kann für die jüngeren Altersklassen als subjektiver Kostenwert der Buchung entnommen, für die älteren absatzfähigen als Verbrauchswert ermittelt werden, wie dies z. B. seit Langem in Sachsen, neuerdings auch in Baden geschieht. Für stärker anormale Waldzustände hat die Anwendung dieser Formel jedoch keinen Wert.

d) Wahl zwischen mehreren Beständen.

§ 51. Die Wälder der Wirklichkeit sind keine Normalwälder in dem Sinne, in welchem gewöhnlich der Begriff des jährlichen Betriebs aufgefaßt wird, und zwar nicht sowohl weil die einzelnen Bestände nicht normal sind, sondern vorzüglich auch deshalb, weil die Altersklassen ungleichmäßig verteilt sind. Für die Reinertragstheorie erwachsen hieraus keine besonderen Schwierigkeiten. Derselben ist jeder Bestand finanziell hiebsreif, dessen laufende Verzinsung unter die verlangte herabgesunken ist.

Nun lassen sich keineswegs immer alle diese Bestände gleichzeitig wegnehmen, oder es fehlt an solchen, während doch Holz abgesetzt werden soll. Mithin ist eine entsprechende Auswahl zu treffen.

Zunächst sind unumgängliche technische Rücksichten des Waldbaues und der Waldpflege zu nehmen. Verlangen dieselben eine Verschiebung des Abtriebs bei einzelnen Beständen, ist eine Hiebsfolge festgesetzt, von der einmal nicht abgewichen werden kann, so kommen leicht Bestände, die im anderen Falle abtriebsreif sein würden, zur Zeit außer Betracht. Aber auch unter den übrigen Beständen ist im Interesse der Anpassung an die Marktverhältnisse eine Auswahl erforderlich.

Kommen zwei Bestände in Frage, von denen der eine, auf einem Bodenkapital B_1 stockend, einen Abtriebsertrag a verspricht, der andere mit einem Bodenkapital B_2 dagegen A in Aussicht stellt, während die Walderwartungswerte bei späterem Abtrieb $= W_1$ und W_2 seien, so hätten wir zu vergleichen

$$W_2 + a + B_1 \gtreqless W_1 + A + B_2 \text{ oder } HE_2 - A \gtreqless HE_1 - a$$

d. h. derjenige Bestand bleibt stehen, für welchen der Unterschied zwischen Erwartungs- und Verbrauchswert am größten ist, wie dies bereits Heyer in seiner Waldwertrechnung gezeigt hat. Soll die jetzige Nutzungsmenge die gleiche sein, so hätten wir einfach

$$HE_2 \gtreqless E_1.$$

Dieser Forderung leistet übrigens auch die Praxis nach Tunlichkeit Genüge, sie nimmt möglichst die zuwachsärmeren Bestände weg und läßt diejenigen stehen, welche größeren Zuwachs versprechen.

Ist die Zahl der Altholzbestände groß, deren Zuwachs verhältnismäßig gering und darum eine raschere Aufräumung mit denselben wünschenswert, so wird unter Umständen eine solche sogar angezeigt sein, auch wenn eine Ueberfüllung des Marktes und damit eine Preiserniedrigung zu befürchten steht.

Wenn $$\frac{A_{m+x} - (B+V)(q^x - 1)}{q^x} > A_m \text{ und}$$

$A_{m+x} - (B+V)(q^x - 1) = q^x (1 - 0{,}0n) A_m$, so gibt n das Prozent an, bis zu welchem der Preis sinken darf, ohne das der Verkauf unvorteilhaft wird. Für $x = 1$ erhalten wir

$$p_1 + p_2 + p_3 - \frac{(B+V)p}{A_m} = p - n - \frac{pn}{100^2}$$

oder, da $\frac{pn}{100^2}$ vernachlässigt werden darf:

$$n = \frac{p(A_m + B + V)}{A_m} - (p_1 + p_2 + p_3).$$

Setzen wir $B + V = aA_m$, so erhalten wir

$$n = p(1 + a) - (p_1 + p_2 + p_3).$$

Für $a = 0{,}16$, $p_1 + p_2 + p_3 = 2$ und $p = 3$ berechnet sich $n = 3{,}48 - 2 = 1{,}48\%$. Eine Verschiebung des Abtriebs um 1 Jahr würde vorteilhaft sein, wenn durch den augenblicklichen Verkauf der Preis um mehr als 1,48% gedrückt werden könnte. Ist $p_1 + p_2 + p_3 = 0$, also gar kein Zuwachs zu erwarten, so beläßt man das Holz besser im Walde, als es zu verkaufen, wenn ein Preisrückgang von 3,48% zu befürchten wäre. Handelt es sich um eine Verschiebung von x Jahren und ist x nicht zu groß, etwa kleiner als 10, so kann man einfach xn als Grenze des Preisrückganges unterstellen. Ist z. B. $A_{m+x} = 3520$, $A_m = 2880$, $B + V = 480$, $x = 10$, $p = 3$, so berechnet sich, für $p_1 + p_2 + p_3 = 0$, n zu 30%, für $p_1 + p_2 + p_3 = 2$ ergibt sich $n = 13$, während wir bei der abgekürzten Rechnung 14,8 und 35% erhalten.

Jedenfalls hat der Forstwirt die Möglichkeit eines Preisdrucks mit Vorsicht zu erwägen. Insbesondere wird eine Verstärkung des Einschlages ohne Verlust bei wenig entwickeltem Verkehr nur innerhalb enger Grenzen möglich sein. Die Vorratsüberschüsse könnten, wenn es überhaupt unwahrscheinlich ist, daß später die Preise sich ändern und die höhere Abtriebs- bezw. Umtriebszeit als rentabel erscheint, doch nur langsam verwertet werden. Stehen dagegen gute Transportmittel zur Verfügung und kann der Markt mit Leichtigkeit einen Mehreinschlag aufnehmen, so ist auch ein rascherer Verkauf am Platze. Hier den richtigen Weg zu finden, ist Sache der praktischen Spekulation, welche auf Grund sorgfältigen Studiums der Marktverhältnisse und mit Benutzung der einschlägigen Ergebnisse der Statistik die Grenzen auszumitteln hat, bis zu welchen sie gehen darf und innerhalb deren sie ihre Rechnungen anstellen kann.

Wirtschaftliche Verwendung des Erlöses, sei es für Zwecke des Haushalts, oder der Produktion, gilt natürlich als Voraussetzung für die Frage der Verwertung von Vorratsüberschüssen, als welche hier schlechthin alle Bestände angesehen werden, die das finanzielle Hiebsalter überschritten haben und mehr als den sog. normalen Etat erfüllen. So gewinnt neuerdings der Gedanke, überschüssige und schlechtverzinsliche Holzvorräte zu verwerten und den Erlös in Form eines besser verzinslichen Geldreservefonds anzulegen, an Boden. Viele Gemeinden haben bereits eine derartige Einrichtung getroffen und für die württembergischen Staatsforste ist durch Gesetz vom 1. VIII. 1905 und 25. VII. 1910 ein Forstreservefonds geschaffen worden. Daß die Vorratsminderung zu widerraten ist, wenn eine unwirtschaftliche

Benutzung der erlösten Summe zu befürchten steht, brauchte nicht erwähnt zu werden, wenn nicht Gegner der Reinertragstheorie dieselbe mit dem Hinweise auf eine solche Möglichkeit bekämpft hätten.

Richtige Auswahl und rechtzeitige Nutzung bilden wohl eine der schwierigsten wenn nicht die schwierigste Aufgabe der technisch verhältnismäßig einfachen Forstwirtschaft. Dieselbe erfordert nicht allein technische Schulung, sondern auch gute wirtschaftliche Bildung und praktisches Talent; an Stelle des alten Forsttechnikers, der ja einfachen technischen Anforderungen genügte, muß immer noch mehr und mehr der Forstwirt treten, welcher auch den mit steigender Verkehrsentwickelung zunehmenden wirtschaftlichen Schwierigkeiten gewachsen ist. Größere Privatforstverwaltungen gehen auf diesem Gebiete der schwerfälligeren und auch oft allzu selbstgefälligen Staatsforstverwaltung vielfach mit gutem Beispiel voran.

e) Durchforstungen.

§ 52. Die Frage der Durchforstungen bietet keine weiteren Besonderheiten für das Rechnungsverfahren, um zu einer eingehenderen Besprechung Veranlassung zu geben. Ist der Walderwartungswert bei der einen Art der Durchforstung gleich W_1, bei der anderen $= W_2$, so fragt es sich, ob $W_1 \lesseqgtr W_2$. Ganz zu dem gleichen Ergebnis gelangt man, wenn die Bodenerwartungswerte verglichen werden. Handelt es sich z. B. um die Frage, ob im Jahre m abgetrieben oder bei starker Lichtung noch mit Vorteil ein Lichtungszuwachs erzielt werden soll, so hätten wir zu vergleichen

$$\frac{\mathfrak{A}_u + aq^{u-m} + D_a q^{u-a} - c}{q^u - 1} \lessgtr \frac{A_m + D_a q^{m-a} - c}{q^m - 1}$$

oder
$$\mathfrak{A}_u - (A_m - a)\, q^{u-m} \lesseqgtr B_m\, (q^{u-m} - 1)$$

d. h. die Lichtung ist am Platze, wenn der zu erwartende Zuwachs mindestens ausreicht, um den verbleibenden Bestand $A_m - a$ und außerdem das mit Unterstellung m jähriger Umtriebszeit berechnete Bodenkapital voll zu verzinsen. Die Größe a ist negativ, wenn die Erntekosten den Erlös aus der Durchforstung übersteigen. Letztere kann trotzdem vorteilhaft sein, sobald die durch sie bewirkte Zuwachssteigerung genügt, um wenigstens den vorhandenen Bestand A_m, den für Einlegung der Durchforstung erforderlichen Aufwand a und das Bodenkapital zu verzinsen.

Würde etwa die Umtriebszeit (u) nicht geändert, sondern nur die Abtriebszeit verschoben, so ist zu vergleichen

$$\frac{\mathfrak{A}_u + B_u}{q^{u-m}} + a \lesseqgtr A_m + B_u \text{ oder}$$

$$\mathfrak{A}_u \lesseqgtr (A_m - a)\, q^{u-m} + B_u\, (q^{u-m} - 1).$$

Tritt auch keine Verschiebung der Abtriebszeit ein und würde der Bestand ohne Durchforstung bis zur Zeit u weiterwachsen, so hätten wir

$$\frac{\mathfrak{A}_u + B}{q^{u-m}} + a \lessgtr \frac{A_u + B}{q^{u-m}} \text{ oder}$$

$$\mathfrak{A}_u + aq^{u-m} \gtreqless A_u.$$

Ist a negativ, so ist

$$\mathfrak{A}_u \gtreqless A_u + aq^{u-m}.$$

Der durchforstete Bestand muß derart anwachsen, daß er wenigstens die Summe deckt, welche ohne Durchforstung erzielt worden wäre, und daß er außerdem aber auch die aufgewandten Kosten (a) genügend verzinst.

So einfach die rechnerische Behandlung dieser Fragen erscheint, so schwierig gestaltet sich die Ausführung der bezüglichen statischen Rechnungen, insofern die für die Unterlagen derselben erforderlichen Zahlen schwer zu schaffen sind, da über die

Wirkungsweise der verschiedenen Arten und Grade der Durchforstungen, insbesondere in Hinsicht auf die Gestaltung des künftigen Abtriebsertrages wenig Erfahrung und noch weniger Sicherheit vorliegt.

f) Der Femelwald.

Der Femelwald bietet rechnungsmäßig keine besonderen Schwierigkeiten. Bei dem gewöhnlichen Hochwald, insbesondere bei dem Kahlschlagbetrieb, sind alle Altersklassen räumlich von einander getrennt. Die Betriebsklasse hat u große Abteilungen, von welchen jede nur eine Altersklasse enthält. Bei dem Femelwald, in welchem die Altersklassen stamm- und horstweise durcheinander gemischt auf derselben Fläche stehen, sind die Abteilungen kleiner, doch ist ihre Zahl größer. Der ideale Femelwald würde, wenn die älteste Klasse a Stämme zählt, gleichsam a kleine Altersstufenfolgen enthalten, die von einander räumlich geschieden sind; er würde die denkbar kleinsten Einheiten der Altersstufenfolge darstellen. Für die Rechnung wäre nur notwendig, die Erträge und die Zeit ihres Eingangs (Alter der genutzten Hölzer) zu kennen, Bodenwert, Umtriebs- und Abtriebszeit wären alsdann nach dem oben mitgeteilten Verfahren zu ermitteln. Die älteren Bäume sind hiebsreif, wenn der von ihnen zu erwartende Zuwachs nicht mehr ausreicht, sich selbst und den in Anspruch genommenen Boden zu verzinsen. (Weiserprozentmethode zur Feststellung der Hiebsreife). Die Größe dieser Bodenfläche wäre durch besondere Untersuchungen festzustellen, sofern dafür noch keine allgemeinen Untersuchungen für verschiedene Bestokkungsgrade, Alter etc. vorliegen. Uebrigens würden hier bei Sachkundigen große Fehler nicht zu befürchten sein. Und kleinere Irrtümer sind, wie oben erwähnt, praktisch ohne Bedeutung.

Die Herausnahme schwächerer Hölzer ist ganz der Durchforstung des Kahlschlagbetriebs gleich zu achten. Ihre Entfernung kann einen guten Einfluß auf Maße und Güte der verbleibenden Stämme ausüben, außerdem aber noch eine Einnahme abwerfen.

Die Annahme, als ob Waldwertrechnung und Statik wohl nur für den gewöhnlichen Hochwald, bez. den Kahlschlagbetrieb zugeschnitten seien, ist eine irrige. Sobald nur eine richtige Buchführung vorliegt, ist die Rechnung auch für andere Betriebsarten ohne Schwierigkeiten durchzuführen. Bis jetzt freilich sind die hierfür nötigen Unterlagen nur in wenigen Fällen, wenn überhaupt, beschafft. Die richtige Buchung erfordert viel Zeit und stößt auf große Schwierigkeiten. Auf diese Weise erscheint es ganz natürlich, daß in der Praxis das beste Ermessen des Wirtschafters, je nach seiner Geschäftsrichtung, sowie die vorliegenden waldbaulichen Verhältnisse vielfach bestimmend wirken. Wenn einmal Beobachtung, Messung, Buchung und Vergleichung genügend lange durchgeführt sind, wird vielleicht manches mit mehr Sicherheit begründet werden können, als heute.

3. Der normale jährliche Betrieb und die Umtriebszeit des größten Waldreinertrags.

§ 53. Für den sog. jährlichen Betrieb, d. h. den Betrieb, bei welchem normale Altersabstufung mit normalen Beständen vorhanden ist, sind einfach die oben entwickelten Formeln zu benutzen. Die für eine u jährige Umtriebszeit eingerichtete Betriebsklasse besteht aus einer Reihe von u Beständen, von denen je einer um ein Jahr älter ist als der vorhergehende. Jeder einzelne Bestand wird im sog. aussetzenden Betriebe behandelt, d. h. bestimmte Wirtschaftshandlungen (Abtrieb, Neukultur, gewisse Zwischennutzungen) kehren auf ihm je nach Verlauf einer Umtriebszeit wieder.

Hieraus folgt ohne weiteres, daß die finanzielle Umtriebszeit für den jährlichen Betrieb die gleiche ist wie für den aussetzenden. Die vorteilhaftesten Abtriebszeiten können allerdings bei Vorratsmangel oder Vorratsüberschuß von der finanziellen Umtriebszeit, wie oben erwähnt, mehr oder weniger abweichen. Das gleiche kann aber auch bei dem aussetzenden Betrieb der Fall sein. Bei großer Fläche kann nicht immer nach Belieben gehauen werden. Zeitweilig ungünstige oder günstige Marktlage und ungenügend entwickelte Transportverhältnisse können leicht dazu zwingen, den Hieb auszusetzen, ihn früher vorzunehmen oder ihn auf einen Teil, allenfalls auf einen durch vorhandene Wege, gegebene Ansiedelung der Bevölkerung ganz bestimmten Teil der Fläche zu beschränken. Hierbei können dann noch Rücksichten der Technik, (Schutz des verbleibenden Bestandsrestes gegen Sturmgefahr etc). eine Rolle spielen.

Bei einer Vergleichung beider „Betriebe", ergibt sich vor allem der Unterschied, daß man im einen Falle alljährlich je $\frac{1}{u}$ der Fläche, im anderen alle u Jahre die ganze Fläche abzutreiben und neu zu kultivieren hat, dort sind Einnahmen und Ausgaben alljährlich, hier periodisch gleich, dort kann alljährlich gleichen Bedürfnissen genügt werden, hier aber bietet man dem Markte nur alle u Jahre Holz im u fachen Betrage. Hierdurch würde natürlich ein ungleicher Einfluß auf die Preisbildung ausgeübt, ein Einfluß, welcher um so größer ist, je größer die abzusetzende Holzmenge im Verhältnis zu dem zu deckenden Bedarfe ist. Somit wäre es denn auch denkbar, daß wegen dieses Einflusses die vorteilhafteste Wirtschaft bei dem jährlichen Betriebe eine andere ist wie bei dem aussetzenden.

Alle diese Betrachtungen haben im wesentlichen nur theoretische Bedeutung. Einen normalen jährlichen Betrieb mit normalem Vorrat und normaler Altersabstufung gibt es in Wirklichkeit nicht. Die tatsächlich vorkommenden Wirtschaftseinheiten (Betriebsklassen) sind mehr oder weniger abnorm, insbesondere ist die Altersabstufung eine unvollkommene und lückenhafte. Auch wird es keiner noch so fürsorglichen Ertragsregelung gelingen, eine vollkommene Altersabstufung herzustellen. Durch Marktlage und Technik (Verjüngung, Naturgefahren) würde dieselbe doch immer und immer wieder durchbrochen. Die Normalität kann als eine Art Ideal doch nur erstrebt, nie erreicht werden. Tatsächlich könnte sie aber als Wirtschaftsideal nur unter der Voraussetzung betrachtet werden, daß sie allen Anforderungen des Eigentümers und der Holzverbraucher vollständig genügte, eine Voraussetzung, welche gar nicht einmal zutrifft. Für die Wirtschaftseinheit, bezw. Besitzeseinheit ist es immer vorteilhafter, wenn es ihr gestattet ist, innerhalb der praktisch möglichen Grenzen den Bedürfnissen des Holzmarktes zu genügen, als wenn sie an eine unveränderliche Schablone gebunden wird. Und der wirtschaftlich gerechtfertigte Holzverbrauch ist keineswegs überall ein für immer feststehender. Ja örtliche Schwankungen begleichen einander nicht in der Art, daß die Menge der verschiedenen nötigen und zu hauenden Sortimente und Holzarten lange Zeit hindurch in einem großen Lande die gleichen blieben. Der sog. strenge jährliche Nachhaltsbetrieb, welcher von Jahr zu Jahr die gleichen Holzmassen liefert, ist demnach keineswegs als ein praktisches Wirtschaftsideal anzusehen, dessen Verwirklichung etwa den Interessen der Gesamtheit am vollständigsten entspräche. Aber auch der aussetzende Betrieb bereitet für Theorie und Praxis keine Schwierigkeiten. Im großen kommt er als Wirtschaftseinheit gar nicht vor. Selbst wenn große Flächen aufgeforstet werden sollten, so geschieht dies nicht gleichzeitig, und auch wenn dies der Fall sein sollte, so wird man doch nicht für die Dauer einen einzigen gleichalterigen Bestand erhalten. Doch auch der kleine Waldbesitz enthält selten nur *einen* solchen gleichalterigen Bestand; der Hoch-

wald wird hier auf geeignetem Standort und bei passender Holzart (Tanne, Buche, Fichte), wohl auch in einem femelartigen Betriebe behandelt und der Niederwald kann selbst schon bei kleiner Fläche mehrere Bestände von verschiedenem Alter aufweisen. Die aussetzenden Betriebe, welche als Wirtschafts- bezw. Besitzeseinheit in der Wirklichkeit vorkommen, sind tatsächlich von verhältnismäßig so geringer Bedeutung, daß sie zu einer folgenreichen Erörterung der Unterschiede zwischen aussetzendem und jährlichem Betrieb eigentlich keinen Anlaß bieten.

Die wirklich vorhandenen Wirtschafts- und Besitzeseinheiten sind, von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen, eben immer aus verschiedenen Beständen zusammengesetzt, welche keineswegs ein einheitliches normales Ganzes im üblichen Sinne bilden. Schon allein aus diesem Grunde wäre es zulässig, jeden einzelnen Bestand für sich zu betrachten und auf die übrigen insoweit Rücksicht zu nehmen, wie es bereits oben angedeutet wurde. Im übrigen ist es für die Reinertragstheorie und deren Durchführung ganz gleich, ob der Boden bestockt ist oder nicht, ob die Bestände normal oder abnorm sind, ob ferner der Wald zu einem strengen jährlichen Betrieb bereits eingerichtet ist, oder ob ein solcher Betrieb erst angestrebt werden soll. Die oft ausgesprochene Ansicht, als ob jene Theorie nur für den aussetzenden Betrieb passe, als ob sie nur von der Blöße ausgehe u. dgl., ist demnach unzutreffend.

§ 54. Von einzelnen Forstwirten wird nun diejenige Wirtschaft als die vorteilhafteste erklärt, bei welcher der Wald die größte Summe von Waldreinerträgen abwerfe. Dieselben stellen grundsätzlich keine Zinsen unter die Kosten. Sie dürfen dies auch nicht, weil sie sich sonst in unlösbare Widersprüche verwickeln. Eine Nutzung, welche heute eingeht, wird genau so veranschlagt wie diejenige, welche zu einer späteren Zeit erfolgt, Aufwendungen, welche heute erforderlich sind, werden nicht höher bemessen als solche, die nach Jahrzehnten und Jahrhunderten zu machen sind. Dadurch und nur dadurch unterscheiden sich ihre Forderungen von denjenigen der Anhänger der Reinertragstheorie. Letztere verlangen, daß die Möglichkeit anderweiter Ausnutzung gegebener Kräfte und Kapitalien auch in der Waldwirtschaft berücksichtigt werde. Bringt ihnen das Holz bei seiner Verwendung als Schwelle, Diele, Balken oder in irgend welcher anderen Form einen größeren Nutzen, als wenn es im Walde verbleibt, so ist es für sie abtriebsreif. Ferner gehen sie von der Annahme aus, daß die j e t z i g e Auswertung eines Gutes einen größeren Vorteil bringt, als wenn die Benutzung erst in einer späteren Zeit erfolgt. So kommen sie zur Forderung, daß Zinsen in die Rechnung eingestellt werden, und zwar ist ihnen hier der Zins eine „ökonomische", keine „historische Kategorie". Er behauptet seine Bedeutung für jedwede Form der gesellschaftlichen Verfassung, für die kapitalistische so gut wie für die sozialistische. Die Höhe des Zinses, die Umstände, von welchen er abhängt, die Frage, wem er zu gute kommt, ob der ganzen Gesellschaft oder nur einzelnen Klassen oder Personen, ist für die grundsätzliche Behandlung jener Forderung ohne Belang. Insbesondere aber braucht man sich in der Waldwertrechnung mit solchen Fragen nicht näher zu befassen. Dieselbe darf sich ohne Bedenken auf den Boden der gegebenen Gesellschaftsordnung stellen, die in ihren Grundzügen, wenn je, so doch kaum in absehbaren Zeiten geändert werden dürfte.

Das Streben des Forstwirts muß nach der genannten Theorie (Schule) darauf gerichtet sein, den Waldreinertrag so groß wie möglich werden zu lassen. Derselbe kann durch bessere Verwertung, Anzucht wertvolleren Holzes etc., dann durch Ersparung an Kosten gesteigert werden. Er ist jedoch nicht allein von der Wahl der Holzart, vom Wirtschaftsverfahren, Stärke der Durchforstungen u. dgl. abhängig, sondern auch von dem Alter, in welchem das Holz zur Fällung gelangt. Eine wichtige

Frage ist hiernach diejenige der Hiebszeit. Die beste würde diejenige sein, bei welcher der Waldreinertrag seinen höchsten Betrag erreicht.

Es würde nun bedeutungslos sein, bestimmen zu wollen, für welche Umtriebszeit x der Waldreinertrag $A_x + D_k - xv - c$ ein Maximum erreicht. Denn hierbei würden wir uns lediglich die Frage vorlegen, welchen von verschiedenen, zum normalen jährlichen Betrieb bereits eingerichteten Wäldern, die uns zur Wahl überlassen sind, wir nehmen wollen. Selbstverständlich würden wir uns für jenen entscheiden, welcher den größten Vorrat enthält. Ist freilich die Wahl einmal erfolgt, dann werden wir uns die Frage vorlegen, welche Umtriebszeit in Zukunft auf der gegebenen Fläche eingehalten werden muß. Wir hätten dann den konstanten Vorrat und ferner fortan Nutzungen, welche von der Höhe der Umtriebszeit abhängen.

Für den Anhänger des größten Waldreinertrags erwächst aber noch eine eigentümliche Verlegenheit. Er kann die Nutzungen der Zukunft nicht zum Vergleich auf einen und denselben Zeitpunkt beziehen, da er nicht prolongieren und diskontieren darf. Allerdings berechnet sich durch Diskontierung aller Zukunftserträge eines gegebenen sog. Normalwaldes, wie wir bereits oben gesehen haben, auch ein Waldreinertrag und zwar immer derjenige, welchen die unterstellte Umtriebszeit und der derselben entsprechende, als vorhanden angenommene Normalzustand ergibt. Dieser Umstand hat schon mehrfach zu irrigen Rechnungen und Schlußfolgerungen Veranlassung gegeben, indem man glaubte, weil sich auf dem Wege der Diskontierung, also an der Hand der Zinseszinsrechnung ein Waldreinertrag berechne, so brauche man nur den größten Waldreinertrag zu bestimmen und komme so zu dem Zustande, bei welchem die auf die Gegenwart bezogenen Zukunftserträge ein Maximum bildeten. Doch ist der Versuch, der strengen Logik gegenüber, der man sich nicht verschließen konnte und welche die Anrechnung von Zinsen fordert, nicht gelungen. Man hatte fest bestimmte Größen in der Formel irrtümlicherweise als veränderlich angenommen. Ein solcher Fehler wurde u. a. begangen im Forstw. Zentralblatt, Heft 3 von 1880, ebenso auch im Heft 7 von 1886 und a. a. O. [1]). Daselbst wird die Zinseszinsrechnung unbedingt als berechtigt anerkannt. Dann werden die Walderwartungswerte der einzelnen Bestände summiert, so ergibt sich die Formel:

$$\frac{D_k}{q^k}(q^0 + q^1 + \ldots q^{k-1}) + \frac{A_u + \frac{D_k}{q^k} - c}{q^u - 1}(q^0 + q^1 + \ldots q^{u-1}) - uV$$

$$= \frac{D_k(q^k - 1)}{q^k 0{,}0p} + \frac{q^u - 1}{0{,}0p} \cdot \frac{A_u + \frac{D_k}{q^k} - c}{q^u - 1} - uV \ldots \text{I.}$$

Hieraus erhält man, wenn $q^u - 1$ gegen $q^u - 1$ gestrichen wird, wie dies a. a. O. geschieht:

$$\frac{A_u + D_k - c - uv}{0{,}0p}, \ldots \text{II.}$$

Nun wurde an eine Forderung von Bose (in der süddeutschen Monatschrift von 1873 S. 431) angeknüpft: „Richte deine Waldungen so ein, daß sämtliche Zukunftserträge des Normalwaldes auf die Gegenwart diskontiert ein Maximum bilden" und demgemäß diejenige Wirtschaft (bezw. Umtriebszeit) als beste und erstrebenswerte bezeichnet, für welche Formel II ein Maximum erreicht. Die Forderung, welche hier von Bose u. a. Gegnern der Reinertragstheorie gestellt wird, ist ganz dieselbe wie die

1) Auch im Novemberheft der genannten Zeitschrift von 1886 kehrt der gleiche Gedanke wieder.

der Reinertragstheorie. Falsch ist es dagegen, wenn das (q^u-1) des Zählers gegen das entsprechende (q^u-1) des Nenners gestrichen wird, wozu a. a. O. der Umstand Veranlassung gab, daß zur Bezeichnung verschiedener Begriffe der gleiche Buchstabe gewählt wurde. Denn das u des Zählers ist ebenso wie der Koeffizient (u) von V konstant. Variabel ist nur das u des Nenners. Obige Formel I erreicht vielmehr zur selben Zeit u ein Maximum wie der Bodenerwartungswert. Mithin kommt man auf Grund der genannten Forderung Bose's mit zwingender Notwendigkeit zur Wirtschaft, welche die Reinertragstheorie verlangt.

Bei unseren Betrachtungen können wir immer nur von einem bestimmt gegebenen Normalwalde ausgehen. Nehmen wir dementsprechend an, daß eine Altersabstufung vom 0-jährigen bis zum (n—1)jährigen Bestande vorliege.

Für diese vorhandenen Bestände ist der Walderwartungswert zu bestimmen und zwar wäre nach dem Maximum desselben die Umtriebszeit festzusetzen. Diese Umtriebszeit ist erst zu ermitteln; ich setze sie =x. So haben wir denn für diese noch zu bestimmende Umtriebszeit x unter der Voraussetzung, daß nur Abtriebserträge und Verwaltungskosten in Betracht kommen, folgende Walderwartungswerte. Derjenige der ältesten, (n—1)jährigen Altersstufe ist:

$$\frac{A_x+B+V}{q^{x-n+1}}-V.$$

Derjenige der zweitältesten, (n—2)jährigen ist:

$$\frac{A_x+B+V}{q^{x-n+2}}-V.$$

Derjenige der jüngsten, 0jährigen ist: $\frac{A_x+B+V}{q^{x-n+n}}-V.$

Demnach ist die Summe aller

$$=\frac{A_x+B+V}{q^{x-n}}\left\{\frac{1}{q}+\frac{1}{q^2}+\ldots\frac{1}{q^n}\right\}-nV \text{ oder gleich}$$

$$\left(\frac{A_x+B+V}{q^x}\right)\left(\frac{q^n-1}{0{,}0p}\right)-nV.$$

Die Größen q und n sind fest gegeben, und zwar ist n ganz unabweislich bestimmt durch Holzalter und Zahl der Schlagflächen. Das Maximum der Summe hängt demnach nur ab von $\frac{A_x+B+V}{q^x}$. Hieraus kommen wir einfach zur Formel der laufendjährlichen Verzinsung (Weiserprozent).

Hätten wir einen Wald so eingerichtet vor uns, daß der Waldreinertrag (Durchschnittsertrag) in der Tat der höchste ist, und berechnen wir nun ganz nach der Vorschrift von Bose den Walderwartungswert für die ganze Betriebsklasse, so erhalten wir immer:

$$W=\frac{D_k}{q^k}\,\frac{(q^k-1)}{0{,}0p}+\frac{q^u-1}{0{,}0p}\cdot\frac{A_x+\frac{D_k}{q^k}-c}{q^x-1}-uV.$$

Der Durchschnittsertrag erreicht ein Maximum für die Umtriebszeit u, der Walderwartungswert dagegen für die gleiche Umtriebszeit wie der Bodenerwartungswert. Mit den Beständen, deren Alter diese Zeit bereits überschritten hat, wäre möglichst bald zu räumen, d. h. es wäre eben die finanzielle Umtriebszeit einzuführen.

§ 55. Wer grundsätzlich den höchsten Waldreinertrag erstrebt, der muß auch grundsätzlich die Rechnung mit Zins und Zinseszins verwerfen. Er kann die Zukunftserträge nicht diskontieren, sondern er hat sie einfach zu summieren. Zeitliche Ver-

schiedenheiten dürfen streng folgerichtig in seinen Rechnungen keinerlei Rolle spielen.

Von der Flächeneinheit ist zu erwarten

nach x Jahren A_x, wird jetzt veranschlagt zu A_x
„ 2x „ A_x, „ „ „ „ A_x
„ 3x „ A_x, „ „ „ „ A_x usw.

Die Summe aller Reinerträge ist gleich $A_x + A_x + A_x + A_x + \ldots = \infty$. Dieselbe ist für jedes beliebige x unendlich groß und der Versuch, ein Maximum zu bestimmen, hat keinen Sinn.

Die Reinertragstheorie veranschlagt den Ertrag, welcher eingeht

nach x Jahren mit A_x, in der Gegenwart zu $\frac{A_x}{q^x}$
„ 2x „ „ A_x, „ „ „ „ $\frac{A_x}{q^{2x}}$
„ 3x „ „ A_x, „ „ „ „ $\frac{A_x}{q^{3x}}$ usw.

Die Summe aller Erträge ist gleich

$$\frac{A_x}{q^x} + \frac{A_x}{q^{2x}} + \frac{A_x}{q^{3x}} + \ldots = \frac{A_x}{q^x - 1}.$$

Wir haben es also hier mit einer endlichen Summe zu tun, für welche auch ein Maximum bestimmt werden kann.

Der Anhänger des größten Waldreinertrags hilft sich aus der oben angedeuteten Verlegenheit durch eine rechnungsmäßige Unterstellung („Fiktion"). Er denkt sich den nach x Jahren eingehenden Ertrag A_x auf diese einzelnen Jahre verteilt. Trifft auf ein Jahr r, so haben wir: $r + r + r + r \ldots = A_x$ oder $xr = A_x$ und $r = \frac{A_x}{x}$. Nun wird das Maximum von r bestimmt, d. h. des Ertrages, welcher im Durchschnitt auf ein Jahr entfällt. Dies ist denn auch der Reinertrag, welchen die Flächeneinheit abwirft, sobald sie mit dem hierfür erforderlichen normalen Vorrat mit normaler Altersabstufung versehen ist.

Die Reinertragstheorie kann nun in gleicher Weise verfahren, indem sie den nach x Jahren eingehenden Ertrag A_x in x gleichbleibende jährliche Renten r zerlegt. Sie summiert aber dann nicht $r + r + r + r \ldots$, sondern, da sie mit Zinsen rechnet,

$$r\,1{,}0p^{x-1} + r\,1{,}0p^{x-2} + \ldots r = A_x \text{ oder } \frac{r(1{,}0p^x - 1)}{0{,}0p} = A_x.$$

Hieraus erhalten wir

$$r = \frac{A_x\,0{,}0p}{1{,}0p^x - 1}.$$

Es muß uns sonach befremden, wenn in der forstlichen Literatur der Gedanke nicht verschwinden will, die Reinertragstheorie rechne mit der Zukunft, die Anhänger des höchsten Waldreinertrags aber stünden auf dem sicheren Boden gegenwärtiger Erträge [1]).

Die Sache gestaltet sich auch nicht anders, wenn wir einen normalen jährlichen Betrieb unterstellen. Wir können in diesem Falle immer nur von einem gegebenen Walde mit gegebener normaler Alterstufenfolge ausgehen. Haben wir n Hektar mit den Vorräten A_1, A_2, $A_3 \ldots A_n$, so erhalten wir in Zukunft die größte Summe von

1) Auch in dem Lehrbuch der Forstwissenschaft von Dr. v. Fischbach S. 444 heißt es, die Theorie des höchsten Waldreinertrags umgehe die Schwierigkeit, unsichere Zukunftswerte in die Rechnung einzubeziehen, welche bei dem von den Anhängern der sogenannten Reinertragstheorie zum Vergleichungsmaßstab angenommenen Bodenerwartungswert eine viel weniger sichere Grundlage gebe.

Waldreinerträgen, wenn wir jeden einzelnen Bestand gerade so lange überhalten, bis der Durchschnittsertrag $\frac{A_x}{x}$ ein Maximum wird. Ist $A_{n+z+1} - A_{n+z} > \frac{A_x}{x}$, d. h. ist der laufende Zuwachs noch größer als der Durchschnittszuwachs, so ist der Bestand noch nicht hiebsreif, denn er verspricht selbst einen größeren Zuwachs, als wir ihn im Durchschnitt für die gleiche Zeit nach dem Abtriebe erwarten dürften. Weicht nun die Umtriebszeit x von derjenigen ab, welcher der vorhandene Vorrat entspricht, und will man unbedingt ein Maximum von Waldreinerträgen erzielen, so müßte man

a) wenn die jetzige Umtriebszeit zu hoch ist, mit allen Beständen aufräumen, welche älter als x Jahre sind, und man würde dann in Zukunft alle x Jahre einmal auf einer größeren Fläche einen größeren Etat haben;

b) wenn diese Umtriebszeit zu niedrig ist, müßte man x—n Jahre lang die Nutzung aussetzen, alsdann würde man n Jahre lang je 1 ha nutzen, um hierauf wieder x—n Jahre lang auf Hieb und Einnahme zu verzichten.

Soll aber möglichste Gleichheit des Etats hergestellt werden, so bleibt nichts anderes übrig, als im einen Fall eine Reihe von Jahren hindurch auch Holz zu fällen, welches noch nicht hiebsreif ist, im anderen aber Bestände noch weiterhin überzuhalten, welche das Alter der Erntereife bereits überschritten haben. Für die Bemessung des Ausgleichungszeitraums würden ganz ähnliche Gesichtspunkte den Ausschlag geben, wie bei der Reinertragstheorie. So könnte man bei günstiger Marktlage rascher räumen, bei ungünstiger dagegen müßte der Gang der Abnutzung etwas verzögert werden.

Für den Anhänger des größten Waldreinertrags gibt es nur das Mittel, den Weg zu beschreiten, dessen Betreten er dem Reinerträgler zum Vorhalte macht, er sieht ab von der Betriebsklasse, betrachtet den jährlichen Durchschnittsertrag des Einzelbestandes: $f = \frac{A_x + D_k - xv - c}{x}$ und bestimmt nun dessen Maximum. Dann schließt er genau so, wie dies der Reinerträgler tut: „Was für den einen Flächenteil gilt, gilt auch für alle übrigen", eine Schlußfolgerung, welche bei Bekämpfung der Reinertragstheorie freilich als unzulässig bezeichnet zu werden pflegt. Hat man n Flächeneinheiten, so wird man auf jeder einzelnen das Holz zu der Zeit nutzen müssen, welche wir auf dem angegebenen Wege finden.

Wäre man in der glücklichen Lage, zwischen verschiedenen gleich großen Wäldern wählen zu können, von denen jeder zu einer anderen Umtriebszeit eingerichtet ist, und würde dabei die Bedingung gesetzt, daß diese Umtriebszeit fortan beizubehalten ist, so würden wir freilich denjenigen wählen, bei welchem f ein Maximum ist. Ist die günstigste Umtriebszeit = u, so ist, wenn wir von den Zwischennutzungen absehen, $\frac{A_u}{u} > \frac{A_{u-n}}{u-n}$ und auch $\frac{A_u}{u} > \frac{A_{u+n}}{u+n}$. Die Jahresnutzung des einen eingerichteten Normalwaldes wäre dann gleich A_u, die des anderen $= \frac{u}{u-n} A_{u-n}$, die des dritten gleich $\frac{u}{u+n} A_{u+n}$. Es ist aber, wie aus obigen Ungleichungen ersichtlich, $A_u > \frac{u}{u+n} A_{u+n}$ und ebenso $> \frac{u}{u-n} A_{u-n}$. Leider hat man aber in der Wirklichkeit nicht solche verschiedene in idealer Weise eingerichtete Normalwälder nebeneinander.

So wird denn einfach die Zeit der Abtriebsreife (x) für jeden Einzelbestand zu bestimmen sein. Jeder Bestand gilt als hiebsreif, wenn

$$A_{x+1} - A_x = \frac{A_x + D_k - c}{x} \text{ und}$$

$$\frac{A_{x+1} - A_x}{A_x + D_k - c} = \frac{1}{x}.$$

Es ist dies die Weiserformel für die Anhänger des größten Waldreinertrags.

Die Abtriebsreife ist vorhanden, wenn der Durchschnittszuwachs dem laufenden gleich ist, ein Fall, der immer dann eintritt, wenn letzterer im Prozentausdruck $= \frac{100}{x}$ (Prozent des Durchschnittszuwachses) ist.

Es sei

im Jahre	der Bestand	im Jahre	der Bestand
70	320	105	500
75	366	110	508
80	396	115	514
85	425	120	519
90	450	125	523
95	475	130	526
100	490	135	528

Der größte Durchschnittszuwachs ergibt sich für das Jahr 90 mit 5,00. Der Bestand ist zwar nur gleich 450, er würde in den nächsten 5 Jahren um 25, in den folgenden 5 um 15 zuwachsen. Trotzdem wird er jetzt gehauen, weil man sich sagt, daß in den nächsten 90 Jahren abermals 450 erzeugt werden können und von dieser erst nach 90 Jahren zu gewinnenden Menge je 5,00 auf ein Jahr entfallen, also mehr als man jährlich haben würde, wenn man den Bestand noch einige Jahre stehen ließe. Hier ist der jährlich laufende Zuwachs = 5 und der Prozentausdruck wird $p = \frac{100 \cdot 5}{450} = 1{,}11$; das Prozent des Durchschnittszuwachses ist $\frac{100}{x} = \frac{100}{90} = 1{,}11$, also beides übereinstimmend. Wählt man dieses Alter als Umtriebszeit, so nimmt man selbstverständlich an, daß die künftigen Erträge in gleicher Höhe wie jetzt wiederkehren werden.

Auch in dieser Beziehung haben die Anhänger des höchsten Waldreinertrags vor denjenigen der Reinertragstheorie nichts voraus. Beide rechnen, wie wir sehen, mit der Zukunft, keiner von ihnen etwa mehr als der andere und es ist deshalb der gegen die letzteren in dieser Hinsicht so gern erhobene Vorwurf nicht berechtigt.

Im übrigen wäre der Zustand, bei welchem gerade der ganze Wald den nach der Theorie höchstmöglichen Waldreinertrag abwirft, auch nur als ein idealer zu betrachten, den man in der Wirklichkeit anstrebt, ohne ihn jedoch erreichen zu können. Der Anhänger unserer Theorie hat hier mit Schwierigkeiten der gleichen Art zu kämpfen, wie der Reinerträgler.

Er kann ebensogut wie dieser in die Verlegenheit kommen, Vorratsüberschüsse absetzen und mit der Möglichkeit rechnen zu müssen, daß dann die Preise sinken. Wendet man gegen den finanziellen Umtrieb ein, daß bei demselben die Bodenkraft gefährdet werde, so darf man nicht übersehen, daß eine solche Möglichkeit bei der Umtriebszeit des größten Waldreinertrags ebensogut eintreten kann. Unbedingte Sicherheit gewährt dieselbe gewiß nicht, da die Preisgestaltung mit den technischen Fragen für die eine Theorie ebensowenig in direktem Zusammenhang steht wie für die andere.

Der Reinerträgler hat einen Bestand A_u zu hauen, statt ihn noch x Jahre im Walde zu belassen, sobald $A_{u+x} < A_u q^x + B(q^x - 1)$ oder $A_{u+x} - A_u < (A_u + B)(q^x - 1)$.

Nach dem Abtrieb könnte der Boden neu kultiviert werden; er brächte während des Zeitraumes von x Jahren einen Nutzen $= B(q^x - 1)$. Dann würde A_u verwertet. Der Zuwachs muß wenigstens den Nutzen aufwiegen, der aus der Verwendung von A_u und durch Neukultur gezogen werden kann.

Der Anhänger des größten Waldreinertrags hat zu hauen, wenn

$$A_{u+x} < A_u + \frac{x A_u}{u} \text{ oder } A_{u+x} - A_u < \frac{x A_u}{u}.$$

$\frac{xA_u}{u}$ ist der Durchschnittszuwachs, welcher nach dem Abtrieb gezogen werden könnte, d. h. natürlich nur rechnungsmäßig; denn A_u geht ja erst nach u Jahren ein, jener Durchschnittszuwachs ist der Teil des Zukunftsertrages, welcher rechnungsmäßig auf die nächsten x Jahre entfällt. Der Bestand ist hiebsreif, wenn der von ihm zu erwartende Zuwachs nicht mehr ausreicht, jenen Durchschnittszuwachs zu decken. Ob der abgetriebene Bestand irgendwie anderweit verwertet werden kann, bleibt sich dabei gleich. Hat der Bestand das Alter des höchsten Durchschnittszuwachses noch nicht erreicht, so darf er grundsätzlich nicht gehauen werden, wenn das Holz nur noch mehr als $\frac{100}{u}$ % Zunahme besitzt, obgleich es vielleicht nach seinem Abtrieb in irgend welcher Form in noch so vorteilhafter Weise nutzbringend verwandt werden könnte. Daß ein solches Verfahren vom privatwirtschaftlichen Standpunkte aus zu verwerfen sei, ist allgemein anerkannt, daß es aber auch volkswirtschaftlich nicht zutreffend ist, hat bereits Schäffle hervorgehoben, indem er bemerkte: „Auch die frühere Verzehrung des jungen Holzes wirkt in ihren wirtschaftlichen Folgen fort und die daraus entstandenen und sich fortpflanzenden Kräfte wirken in der Zwischenzeit vielleicht mehr wirtschaftlichen Nutzen, als wenn das Holz stehen geblieben wäre."

§ 56. Aendern sich Preise und Kosten, so ändert sich auch die Umtriebszeit des größten Waldreinertrags. Voraussetzung für das Maximum ist, daß $\frac{A+D-c}{x}$ kulminiert. Aendern sich nun A, D und c, und zwar A in der Art, daß der Preis mit zunehmendem Alter steigt oder sinkt, so haben wir folgende Ergebnisse:

1. Die Kulturkosten ändern sich. Eine Erhöhung derselben erhöht auch die Umtriebszeit, da mit höherem x der Abzug desselben von den positiven Werten für den Durchschnitt eines Jahres geringer wird. Eine Minderung der Kosten hat die umgekehrte Folge.
2. Der Preis der Haubarkeitsnutzung ändert sich. Ist $D > c$, so erhöht sich die Umtriebszeit mit einer Preiserhöhung und umgekehrt. Im entgegengesetzten Falle würde x steigen, wenn der Preis sinkt, und fallen, wenn er sich erhöht.
3. Eine Zunahme des Durchforstungsertrags drückt die Umtriebszeit herab, eine Verminderung desselben schiebt sie weiter hinaus.

Preiserhöhungen, die bei stärkeren Sortimenten eintreten, haben die Wirkung, die Umtriebszeit zu erhöhen, kommen sie mehr bei schwächeren Sortimenten vor, so veranlassen sie ein Sinken der Umtriebszeit. Treten sie gleichmäßig bei allen Sortimenten ein, so haben sie die entgegengesetzte Wirkung, welche Aenderungen der Kosten (Ernte-, Kulturkosten) haben. Praktisch ist dieselbe gering. Anders dagegen liegt die Sache, wenn es sich um zu erwartende Preiserhöhungen handelt.

Nehmen wir an, die Holzpreise hätten das Bestreben, eine Reihe von Jahren hindurch jährlich um π % zu steigen, bis sie später, wenn sie das a fache des seitherigen Standes erreicht haben, unveränderlich bleiben. In diesem Falle dürfte ein Bestand, welcher ohne die Preissteigerung augenblicklich hiebsreif sein würde, nicht jetzt gefällt werden, da eine größere Summe von Waldreinerträgen dadurch erzielt werden kann, daß man das Holz erst später zu Markte bringt. Die Bestände würden eben solange überzuhalten sein, bis der laufende Zuwachs gleich dem normalen Durchschnittszuwachs geworden ist.

Für die Reinertragstheorie lautete die Formel für das Weiserprozent:

$$p_1 + p_2 + p_3 - \frac{(B+V)p}{A_x} \lesseqgtr p.$$

Der Anhänger des größten Waldreinertrags hat sich zu fragen, wie lange

$$A_{x+1} - A_x > \frac{A_x + D_k - c}{x}.$$

Setzen wir auch hier $A_{x+1} = A_x\, 1{,}0p_1\, 1{,}0p_2\, 1{,}0p_3$ oder kurz

$$A_{x+1} = A_x \left(1 + \frac{p_1 + p_2 + p_3}{100}\right),$$ so erhalten wir

$$\frac{A_x}{100}(p_1 + p_2 + p_3) > \frac{A_x + D_k - c}{x}$$ und

$$p_1 + p_2 + p_3 > \frac{100}{x} + \frac{(D_k - c)\,100}{A_x}.$$

Der Hieb ist wirtschaftlich gerecht, sobald die linke Seite gleich der rechten.

Aus dieser Formel geht in anschaulicher Weise der Einfluß hervor, welchen Aenderungen und zwar hier insbesondere vorübergehende Aenderungen auf die Abtriebszeit ausüben. Das Weiserprozent $\frac{100}{x} + \frac{(D_k - c)\,100}{A_x}$ wird um so später gleich $p_1 + p_2 + p_3$, je größer c und je kleiner D_k und umgekehrt. Hat man einen Teuerungszuwachs zu erwarten, so ist die Abtriebszeit hinauszuschieben. Hierbei können der Theorie recht sonderbare Verlegenheiten erwachsen.

Die Größe p_1 wird von einem gewissen Alter ab, welches übrigens sehr niedrig ist, immer kleiner und kleiner, sie wird kleiner als $\frac{100}{u}$, wenn der Durchschnittszuwachs an Masse seinen höchsten Betrag erreicht hat. Auch p_2 sinkt von einem bestimmten Alter ab, wird endlich gleich Null und nachher gar negativ. $p_1 + p_2$ kann also auch zu bestimmter Zeit gleich $\frac{100}{x}$ werden. Kommt aber nun ein konstantes p_3 hinzu, so kann x schon recht groß werden, bis endlich (von D_k und c abgesehen) $p_1 + p_2 + p_3 = \frac{100}{x}$ wird. Man wird unter Umständen mit dem Hiebe warten müssen, bis p_2 bereits negativ geworden ist, die Güte des Holzes sich verringert.

Die Reinertragstheorie braucht derartige Mißlichkeiten nicht zu besorgen. Der Teuerungszuwachs müßte schon eine ganze Reihe von Jahren hindurch recht bedeutend und das Wirtschaftsprozent sehr mäßig sein, wenn es einmal dahin kommen soll, daß $p_1 + p_2$ negativ wird, damit

$$p_1 + p_2 + p_3 = p + \frac{(B + V)\,p}{A_m}$$

werden kann; die rechte Seite bleibt immer größer als p. Bei dem Weiserprozent des höchsten Waldreinertrags . . $p_1 + p_2 + p_3 \gtreqless \frac{100}{x}$ ist die rechte Seite bei einigermaßen hohen Umtrieben schon sehr klein und wird mit wachsendem Alter des Bestandes immer kleiner und kleiner.

Sehen wir nun aber auch von solchen Fällen, in welchen $p_1 + p_2$ negativ werden müßte, ganz ab, so ist doch hervorzuheben, daß Preisänderungen hier eine viel gewichtigere Rolle spielen, als für die Reinertragstheorie. Es ist dies um so notwendiger, weil der letzteren immer und immer wieder entgegengehalten wird, wie mißlich es sei, die Zukunftspreise zu bestimmen. Wenn z. B. in einem offiziellen Werke der neueren Zeit angegeben wird, für die Feststellung der Umtriebszeit in den Staatswaldungen des betr. Landes sei der Grundsatz leitend, den Zeitpunkt der Kulmination des Wertzuwachses zu wählen, daß man grundsätzlich von finanziellen Rechnungsoperationen absehe, welche auf der unsicheren Grundlage einer Vorausbestimmung der Preise für eine ferne Zukunft beruhten, so ist dies nur ein klarer Beweis dafür, daß sich die Anhänger des größten Waldreinertrags mit ihrer eigenen Theorie noch wenig be-

schäftigt haben. In der forstlichen Literatur hat m. W. noch keiner derselben sich mit den oben berührten Fragen näher befaßt. Wäre dies geschehen, so wären manche Bedenken gegen die Reinertragstheorie schon früher geschwunden, mancher Aufsatz wäre ungedruckt geblieben. Man hätte dann doch bald wahrnehmen müssen, daß die meisten der Einwendungen, welche man gegen die Theorie des Bodenreinertrags erhoben hat, in gleicher Weise auch der eigenen Theorie gegenüber gelten. Der einzige Unterschied, welcher zwischen beiden besteht, wird durch den Zinsfuß und nur durch den Zinsfuß bedingt, eine Tatsache, auf welche gar nicht oft genug nachdrücklich hingewiesen werden kann, weil sie immer und immer wieder übersehen wird.

§ 57. In der süddeutschen Monatschrift von 1872 wurde die Vermutung ausgesprochen, bei richtigem Verfahren und richtiger Rechnung würden die Umtriebszeit des größten Waldreinertrags und diejenige des größten Bodenreinertrags zusammenfallen. Man brauche nur mit irgend einem Zinsfuß zu rechnen, dann konsequent alle Böden auszuscheiden, für welche man negative Bodenerwartungswerte erhalte, und so werde denn das Gleichgewicht hergestellt, für welches jene Uebereinstimmung erzielt werde.

Eine mathematische Betrachtung [1]) führt uns zu dem Resultat, daß die finanzielle Umtriebszeit und diejenige des größten Waldreinertrags immer zusammenfallen, wenn der Zinsfuß gleich Null gesetzt wird.

Es ist aber auch noch unter anderen Umständen ein Zusammentreffen denkbar, nämlich dann, wenn die Summe der Durchforstungserträge, welche etwa in der zweiten Hälfte der Umtriebszeit eingehen, bedeutend größer ist als die Summe aus dem Haubarkeitsertrage und denjenigen Nutzungen, welche etwa in der ersten Hälfte der Umtriebszeit erfolgen. Nach Kraft (Beiträge zur forstl. Zuwachsrechnung S. 121) könnte dieser Bedingung durch einen Lichtungsbetrieb mit sehr verstärkten, den Abtriebsertrag naturgemäß erheblich verkleinernden Lichtungen schon Genüge geleistet werden. Allerdings würde der genannte Fall praktisch wohl nur selten eintreten und dann wird meist, wenn nicht immer, der Bodenerwartungswert schon vorher ein Maximum erreichen, welches größer ist als das zweite. Eine Reihe von Beispielen, die ich berechnete, mußten schon etwas künstlich zugestutzt werden, um das Eintreten zweier Maxima zu verhüten.

Treffen einmal wirklich in der Praxis die Maxima von Waldreinertrag und Bodenerwartungswert zusammen, und zwar ohne daß letzterer bereits vorher ein Maximum erreichte, so ist dies nur als ein Zufall zu betrachten. Ein solches Zusammentreffen absichtlich anstreben zu wollen, würde verfehlt sein, der Zweck würde leicht mit allzugroßen Opfern erkauft.

So ist denn auch der letztgenannte Versuch, der Theorie des größten Waldreinertrags eine streng folgerichtige wirtschaftliche Begründung zu verleihen, nicht geglückt. Eine trennende Kluft zwischen der sog. „Bruttoschule" und der Reinertragstheorie bildet stets der Zins. Derselbe kann ja immerhin so mäßig sein, daß die Ziele beider Schulen nicht weit auseinandergehen, dagegen können wir den Gedanken, daß er einmal gleich Null werden könnte, als unpraktisch ganz außer acht lassen. Hiernach ist eine Versöhnung beider Theorien (Brutto- und Reinertragsschule) im Prinzip ausgeschlossen. In der Tat aber wird eine solche erfolgen, sobald sich die Forstwelt davon überzeugt hat, daß die weitaus meisten Einwendungen, welche man gegen die Reinertragstheorie erhoben hat, auch der Bruttoschule gegenüber gelten und daß die Gefahren, welche aus einer Anwendung der Zinsrechnung befürchtet werden, auf unzutreffenden Annahmen oder übereilten Rechnungen mit in einem bestimmten Falle gegebenen Größen beruhen.

1) Entwickelt in der I. Auflage dieses Werkes S. 93, ebenda ein Zahlenbeispiel.

XI.

Die Forstvermessung.

Von

Carl Fromme.

Literatur: Jordan, Handbuch der Vermessungskunde. 4. Aufl. 1893. Bauernfeind, Elemente der Vermessungskunde, ein Lehrbuch der prakt. Geometrie. 7. Aufl. 1890. Bohn, Die Landmessung. 1886. Baule, Lehrbuch der Vermessungskunde. 2. Aufl. 1901. Adamczik, Compendium der Geodäsie. 1901. Baur, Lehrbuch der niederen Geodäsie. 5. Aufl. 1895. Runnebaum, Waldvermessung und Waldeinteilung. 1890.

I. Einleitung.

§ 1. Vorbegriffe. Die Grundlage für die wirtschaftliche Benutzung der Forsten bildet die genaue Vermessung der Waldflächen und ihre kartographische Darstellung. Sie allein gewährleistet die Sicherung des forstlichen Grundbesitzes, sie gibt die Fingerzeige für den Entwurf von Wegnetzen und Einteilungsnetzen, sie ermöglicht die Grundsteuerveranlagung, die Forsteinrichtung, Waldwertberechnung etc.

Die Forstvermessung bedient sich der Apparate und Methoden der allgemeinen Vermessungskunde oder Geodäsie, deren Aufgabe die Ausmessung und Abbildung einzelner Teile der Erde bezw. der Erdoberfläche, mittelbar auch die Bestimmung der Gestalt und Größe des ganzen Erdkörpers ist.

Welche Methoden der allgemeinen Geodäsie bei der Forstvermessung in Frage kommen, ergibt sich aus folgenden Ueberlegungen.

Nach den geodätischen Messungen der letzten Jahrzehnte muß man unterscheiden die physische Erdoberfläche, d. h. die Begrenzungsfläche zwischen den starren und tropfbar flüssigen Teilen des Erdkörpers einerseits und seiner Atmosphäre andererseits, von der geoidischen Oberfläche (dem Geoid). Diese besteht aus den Oberflächen aller Meere, dieselben im Gleichgewichtszustand (ohne Ebbe und Flut und Wellenschlag) und durch dünne Kanäle, die unter den Kontinenten herlaufen, miteinander in Verbindung gedacht. Das Geoid wird, gemäß den hydrostatischen Gesetzen, von den Lotlinien, die die Richtung der resultierenden Anziehungskraft angeben, in allen Punkten unter rechten Winkeln geschnitten. Da aber das Geoid eine geometrisch zu wenig regelmäßige Fläche ist, so substituieren wir ihm für Vermessungszwecke ein Umdrehungsellipsoid, dessen Umdrehungsachse mit der Erdachse zusammenfällt. Dasselbe weicht in Deutschland von dem Geoid höchstens um 10 m ab. Die kleine Umdrehungs-Achse oder Polarachse des Ellipsoids ist, dem gegenwärtigen Stand der Erdmessung entsprechend, nach Helmert

zu b = 6 356 818 m, die größere Aequator-Axe zu a = 6 378 200 m anzunehmen. Die Abplattung des Ellipsoids beträgt dann $\frac{a-b}{a} = \frac{1}{298}$, ein Quadrant der Ellipse, durch deren Umdrehung das Ellipsoid erzeugt zu denken ist, berechnet sich auf Q = 10 002 067 m.

Da die Abplattung, d. h. die Abweichung dieses Ellipsoids von der Kugelform nur klein ist, — bei einem Globus von 0,6 m Durchmesser würden der polare und der äquatoriale Durchmesser nur um 2 mm verschieden sein —, so läßt sich für die meisten Vermessungsaufgaben die Erde als eine Kugel ansehen. Das arithmetische Mittel der Ellipsoid-Halbachsen ist $\frac{a+a+b}{3} = 6\,371\,073$ m und gibt fast genau den Halbmesser einer Kugel an, die mit dem Ellipsoid gleiche Oberfläche besitzt.

Es kann sogar vollkommen überflüssig sein, bei einer Vermessung und ihrer Berechnung von einer Kugelgestalt der Erde auszugehen, es kann, ohne daß die Genauigkeit des Resultats im mindesten darunter leidet, die ellipsoidische Oberfläche als aus lauter ebenen Flächenstücken zusammengesetzt gedacht, d. h. der Krümmungsradius eines zu vermessenden Teils der Erdoberfläche als unendlich groß angenommen werden. Dann handelt es sich um eine Vermessungsaufgabe aus der ebenen oder niederen Geodäsie, während diejenigen Aufgaben, bei denen eine sphärische oder sphäroidische (ellipsoidische) Gestalt der Erde zugrunde gelegt werden muß, der sphärischen oder der sphäroidischen, der höheren Geodäsie zufallen.

Bei einer Waldvermessung kommen, weil die Ausdehnung des Gebiets im Vergleich zu der gesamten Erdoberfläche immer klein ist, die Methoden der sphäroidischen Geodäsie niemals in Betracht, es fragt sich nur, ob die Aufgabe der sphärischen oder der ebenen (niederen) Geodäsie zufällt.

Um dies zu entscheiden, sei durch einen Punkt a der (kugligen) Erdoberfläche und den Mittelpunkt m der Erde eine Ebene gelegt, welche die Erdoberfläche in einem größten Kreis schneidet (Fig. 1). Ein zweiter Punkt des Kreises sei b, sein sphärisch gemessener Abstand vom ersten sei ab = S. Die Erdradien r beider Punkte mögen den Winkel φ einschließen. am und bm sind, wenn die Erde als kuglig und von einer zum Mittelpunkt m symmetrischen Massenverteilung vorausgesetzt und auch die Zentrifugalkraft der sich drehenden Erde vernachlässigt wird, zugleich die Richtungen der Gravitation in den Punkten a und b, wie sie ein frei hängendes Senkel angibt, die Vertikal- oder Lotlinien. Aus der Proportion

$$\varphi^0 : 360^0 = S : 2r\pi$$

folgt sodann

$$\varphi = \frac{360^0}{2r\pi} \cdot S$$

oder in Sekunden

$$\varphi = \frac{180 \cdot 60 \cdot 60}{\pi} \cdot \frac{S}{r} = 206\,265'' \frac{S}{r}.$$

206 265 ist der Reduktionsfaktor für Bögen S und zugehörige Winkel φ.

Für φ = 60″ folgt hieraus nach Einsetzung des Werts r = 6 371 073, S = 1853 m = 1,853 km = 1 englische oder Seemeile = ¼ geographische Meile. Betrachtet man eine Neigung zweier Lotlinien von 60″ als zu vernachlässigende Größe, d. h. sieht man solche Lotlinien noch als parallele Gerade an, so betrachtet man also damit

das zwischen ihnen liegende Stück der Erdoberfläche als Teil einer Ebene. Die größte noch als eben anzusehende Fläche wäre eine Kreisfläche von 2,7 qkm. Tatsächlich geht man viel weiter und vermißt noch ein Stück der Erdoberfläche bis zu 55 qkm = 1 q geogr. Meile nach den Regeln der ebenen Geodäsie. Die Berechtigung dieser weitgehenden Vernachlässigung ist daraus abzuleiten, daß noch bei einem Winkel $\varphi = 20'$ die Differenz zwischen der Länge des Bogens ab = S und der Länge der Tangente a'b', die in der Mitte zwischen a und b an die Kugel gelegt ist, so klein ausfällt, daß sie nur bei Berechnung mit 7stelligen Logarithmen zu erkennen ist.

Die Lotlinien laufen in Wirklichkeit, namentlich in der Nähe von Gebirgen, wegen der ungleichen Massenverteilung auf und unter der Erdoberfläche sogar auf einem kleinen Gebiete nicht einander parallel (Lotablenkungen), sie wären auch selbst bei symmetrischer Massenverteilung um den Erdmittelpunkt und bei Ersetzung des Geoids durch das ideale Ellipsoid im allgemeinen nicht nach dem Erdmittelpunkte gerichtet. Wir wollen aber doch diese letztere Annahme im folgenden machen, indem wir statt des idealen Ellipsoids eine ideale Erdkugel einführen und um deren Mittelpunkt alle Massen symmetrisch angeordnet denken.

Daß die Erhebungen und Vertiefungen der Oberfläche, die Gebirge und die Meerestiefen, dieser Annahme einer idealen Kugelfläche nicht absolut hindernd im Wege stehen, ist wohl daraus zu ersehen, daß die höchste Erhebung, der Gaurisankar im Himalaya mit seiner Höhe von 8840 m ü. M. auf einem Globus von 1,46 m Durchmesser nur 1 mm hoch erscheinen würde, während die größten Meerestiefen durch Einsenkungen von noch nicht ½ mm dargestellt wären.

Wir nennen eine Ebene, die auf der zum Mittelpunkt der idealen Erdkugel weisenden Lot- oder Vertikallinie senkrecht steht, eine Horizontalebene und, wenn sie zugleich durch einen Punkt c der Erdoberfläche (Fig. 1) geht, dessen scheinbaren Horizont. Dieser ist also Tangentialebene der idealen Erdkugel. Jede der durch c in dieser Ebene gezogenen geraden Linien heißt eine Horizontlinie von c (a'cb' in Fig. 1). Dagegen heißt eine mit der idealen Erdkugel konzentrische, durch Punkt c gehende Kugelfläche der wirkliche oder wahre Horizont von c (acb in Fig. 1).

Diese sind also für alle Punkte der Erde Parallel-Flächen, während die scheinbaren Horizonte um dieselben Winkel, wie die zugehörigen Lotlinien gegeneinander geneigt sind.

Solange man, bei genügend kleiner Fläche, die Lotlinien noch als Parallelen betrachten darf, ist es also auch gestattet, von der Neigung der scheinbaren Horizonte gänzlich abzusehen und damit den wahren Horizont durch den scheinbaren zu ersetzen.

Jeder Punkt der physischen Erdoberfläche hat seinen besonderen scheinbaren Horizont, aber auf kleinen Gebieten sind dieselben an allen Punkten einander parallel. Denken wir uns nun die Lotlinien aller Punkte des Gebiets konstruiert, die Schnittpunkte aller mit einem der Horizonte, etwa dem tiefstliegenden, angemerkt so ist dadurch das Gebiet in der Projektion auf einen Horizont, d. h. im Grundriß, dargestellt. Ein entsprechend verkleinertes Bild desselben heißt der Grund- oder Situationsplan. Gewöhnlich kommt es in erster Linie auf die Ermittlung des Grundrisses an. Ein vollständiges Bild des Gebietes erhält man aber erst dadurch, daß man auch die Längen der Lotlinien von den Punkten bis zu der ausgewählten Horizontalebene mißt. Denn sie sind den Höhenunterschieden relativ gegen die Höhe des tiefsten Punkts gleich, sie geben also ein Bild der Niveauverhältnisse in dem Gebiet. Die zeichnerische Darstellung derselben heißt ein Aufriß, Nivellementsplan oder Profil.

So wichtig die Profile für viele Zwecke auch sind, so treten sie doch im allgemeinen stark hinter der Horizontalaufnahme zurück. Ueberall wo nach der Fläche des Gebiets schlechthin gefragt wird, ist die Größe der Horizontalprojektion gemeint; denn diese ist in erster Linie bestimmend für den Wert des Grundstücks, für die Steuerveranlagung, für die Dichtigkeit seiner Bepflanzung, und erst in zweiter Linie spricht die Neigung des Gebiets und seiner Teile gegen den Horizont und seine Lage zu den Himmelsrichtungen mit. Die Besprechung der Horizontal-Messungen nimmt deshalb die erste Stelle und den breitesten Raum ein.

§ 2. Maßeinheiten. Die Messung einer Größe besteht in der Aufsuchung der Verhältniszahl, welche angibt, wie oft in der zu messenden Größe eine andere, aber ihr gleichartige Größe, die Maßeinheit, enthalten ist.

Die Maßeinheit für Längen bildet jetzt in fast allen Ländern das Meter, das ursprünglich als Naturmaß, nämlich als der 10 millionste Teil eines Erdmeridianquadranten gedacht war. Der in § 1 angegebene Wert der letzteren Größe zeigt jedoch, daß dies nicht genau zutrifft. Zudem ist die Kenntnis der genauen Länge des Erdmeridianquadranten noch sehr unsicher, und nach jeder neuen, die Fortschritte der Methoden und feinere Instrumente benutzenden Meridian-Vermessung würde ein anderer Wert des Meters anzunehmen sein. Darum bezeichnet man jetzt als Meter den Abstand der Endstriche eines in Paris aufbewahrten Urmaßstabs bei 0° C., resp. seiner Kopie, welche sich im Besitze der Normal-Eichungs-Kommission in Berlin befindet. Die Vorteile des metrischen Systems, welche ihm von Frankreich ausgehend überall zur Annahme verholfen haben, beruhen in der konsequenten Bildung der kleineren Einheiten und in der ebenso konsequenten Zusammensetzung der Einheit zu größeren Einheiten. Das Meter m wird zehnteilig zerlegt — Dezimeter dm, Zentimeter cm, Millimeter mm — und zehnteilig zu größeren Einheiten zusammengesetzt — Dekameter, Hektometer, Kilometer km. Als größere Einheit sind noch vielfach in Gebrauch die geographische Meile = 7412 m und die englische oder Seemeile = 1853 m = ¼ geogr. Meile.

Die Maßeinheit für Flächen wird durch das Quadrat über der Längeneinheit gebildet. Sie ist also das Quadratmeter (qm oder m^2), für sehr kleine Flächen (auf Plänen) das dm^2, cm^2, mm^2, und für größere Flächen das Quadratdekameter = 100 qm = 1 Ar oder für noch größere 10 000 qm = 100 Ar = 1 Hektar.

Die Maßeinheit für Körperinhalte ist der Würfel über der Längeneinheit, also ein Kubikmeter cbm.

Die Maßeinheit für Flüssigkeiten ist das Liter = ein Kubikdezimeter. Ein Liter reinen Wassers hat bei + 4° C. das Gewicht eines Kilogramms, welches die Einheit für Gewichte ist. Als — gerade nicht häufig in der Geodäsie vorkommende — Maßeinheit für die Zeit dient die Sekunde, d. h. $^1/_{24 \cdot 60 \cdot 60}$ = $^1/_{86400}$ der Zeit, die zwischen zwei aufeinander folgenden Kulminationen der (mittleren) Sonne liegt.

Winkeleinheit ist der Winkel, welcher von einer Geraden in der Ebene bei einer vollen Umdrehung um einen ihrer Punkte entsteht. Er wird eingeteilt entweder in 360° zu 60′ und 60″ (Sexagesimal- oder alte Teilung A. T.) oder in 400 g zu 100 c und 100 cc (Centesimal- oder neue Teilung N. T.)

Es ist also	1 g	(N. T.) = 0,9 ° (A. T.) = 0° 54′ (A. T.)
woraus	1 c	(N. T.) = 0′,54 (A. T.) = 0′ 32″,4 (A. T.)
und	1 cc	(N. T.) = 0″,324 (A. T.)

Die neue Teilung des Winkels hat noch immer nicht zu allgemeiner Anwendung gelangen können, weil sich die Astronomen ihr widersetzen. Denn einmal würde bei

der Abhängigkeit, in welcher in der Astronomie Zeit- und Bogengrößen von einander stehen, eine Reform der Kreisteilung auch eine solche der Zeitteilung herbeiführen, und dann scheut man die ungeheure Arbeit der Umrechnung aller älteren Beobachtungen.

Aber in der Vermessungskunde breitet sich die neue Teilung immer mehr aus, und sie verdient auch immer weiteren Eingang zu finden wegen der bequemen dezimalen Schreibweise für die Minuten und Sekunden.

Da häufig Verwandlungen aus alter in neue Teilung wegen des gleichzeitigen Gebrauchs beider in der Geodäsie auszuführen sind, so sei das bequeme, von dem Astronomen Delambre empfohlene Verfahren mitgeteilt:

Es seien in Sexagesimalteilung zu verwandeln	46 g, 7865625
Man ziehe hiervon den 10. Teil ab mit	4, 6786562
Der Rest gibt in Sexagesimalgraden	42°, 1079063
Den Bruch mit 60 multipliziert, gibt	42°6′,474378
Nochmals mit 60 multipliziert, ist das Resultat	42°6′28″,4627
Es seien in Dezimalgrade zu verwandeln	42°6′28″,4627
Man verwandle die Sekunden in Minuten	42°6′, 474378
Verwandle ferner die Minuten in Grade	42°,10790633
Füge den neunten Teil dieser Grade hinzu mit	4, 67865625
So ist die Summe beider die gesuchte Größe	46 g, 7865625

Folgende Tabelle zeigt die Vielgestaltigkeit des früheren Längenmaßes, des Fußes, in den einzelnen Ländern. Sie gibt die Länge des Fußes in den Staaten, ausgedrückt in mm an.

Preussen	Bayern	Hannover	Württemberg	Sachsen	Hessen-Kassel	Darmstadt	Baden, Nassau	Braunschweig	Oesterreich	Frankreich	England, Russland
313,8	291,9	292,1	286,5	283,2	287,7	250,0	300,0	285,4	316,1	324,8	304,8

Die Einteilung des Fußes in Zoll, des Zolls in Linien, sowie die Zusammensetzung des Fußes zu größeren Einheiten war teils eine dezimale, teils eine duodezimale.

Die frühere Flächeneinheit war der Quadratfuß. Als größere Einheit diente meist die Quadratrute (in Preußen z. B. gleich 144 Quadratfuß, in Württemberg gleich 100 Quadratfuß), und für größere Flächen der Morgen (in Preußen gleich 180 Quadratruten, in Württemberg gleich 384 Quadratruten). Andere Bezeichnungen als Morgen für die größere Flächeneinheit bei Feldmessungen sind Acker, Joch, Tagewerk, Dessätin.

Die folgende Tabelle gibt die Größe eines Joch, Morgen, Acker, Tagewerk, Dessätin in Ar an.

Preussen	Bayern	Hannover	Württemberg	Sachsen	Hessen-Kassel	Hessen-Darmstadt	Baden	Braunschweig	Oesterreich	England	Russland
25,53	34,07	26,21	31,52	55,34	23,86	25,00	36,00	25,00	57,55	40,47	109,25

§ 3. Apparate zum Messen von Längen auf dem Felde. Da die Maßeinheiten für Flächen und Räume aus derjenigen für Längen abgeleitet

sind, so bedürfen wir nur zweier Arten von Apparaten, solcher zum Längenmessen und solcher zum Winkelmessen. Von ersteren besprechen wir vorderhand auch nur diejenigen, welche zum Messen von horizontalen oder nahezu horizontalen Linien dienen und ein Abschreiten der betr. Strecke mit dem Apparat verlangen. Die Messung vertikaler Linien (Höhenmessung) sowie die optische Streckenmessung (Distanzmessung) wird erst später behandelt.

Indem wir die Werkzeuge zur genauesten Messung einer Strecke, wie sie bei Arbeiten zur Bestimmung der Erdgestalt oder bei den Landestriangulationen erfordert wird, die sogenannten Basismeßapparate ausschließen, nennen wir in erster Linie die Meßlatte. Das ist ein Maßstab von möglichst astfreiem Tannenholz, gewöhnlich 5 m lang. Der Querschnitt ist meist elliptisch und verjüngt sich von der Mitte nach den Enden. Diese sind mit Eisen beschlagen. Die Latten sind mit Oelfarbe gestrichen, die Farbe ist auf der ganzen Länge die gleiche oder sie wechselt von Meter zu Meter ab. Die Einteilung wird durch eingeschlagene Sophanägel bis auf dm durchgeführt, cm werden geschätzt.

Größere Längen als 5 m werden entweder durch abwechselndes Aneinanderlegen zweier Latten oder mittelst des Stahlmeßbands gemessen. Dieses besteht aus einem meist 20 m langen dünnen Stahlband, das beim Nichtgebrauch zu einer Rolle aufgewickelt ist. Die Einteilung wird durch eingenietete Nägel, durch Löcher oder durch eingeätzte Striche bewirkt. An den Enden trägt das Stahlband je einen Ring, mit dem es auf einen Stab (Kettenstab) aufgeschoben wird. Bei einer 20 m überschreitenden Strecke werden die einzelnen Züge durch Einstecken kleiner ca. 30 cm langer Stäbchen, der Kettennägel, bezeichnet.

Die früher in Norddeutschland viel gebrauchte Meßkette, welche bei einer Länge von 20 m aus 20 cm langen, durch Ringe verbundenen Stahlstäben besteht, wird jetzt kaum noch gebraucht.

Die leinenen Meßbänder, welche mittelst einer Kurbel auf einer Trommel in messingener Kapsel aufgerollt werden können, gewähren wegen der nie ganz zu beseitigenden Hygroskopität des Materials keine so große Genauigkeit wie die stählernen.

Die Drehlatte oder der Feldzirkel ist sehr bequem, aber weniger genau als die Meßlatte. An den Enden eines Maßstabs von rechteckigem Querschnitt sind vertikale Spitzen angebracht, in der Mitte ein Griff. Die Latte am Griffe anfassend, kann man sie zur Abmessung von Längen auf dem Felde ebenso gebrauchen, wie den Zirkel zur Abmessung von Längen auf dem Papier. Die Bequemlichkeit liegt darin, daß zur Abmessung beliebig großer Längen ein Zirkel ausreicht, daß zur Bedienung ein Mann genügt, und daß die Arbeit sehr rasch von statten geht.

Am schnellsten wird die Längenmessung mit dem Meßrad ausgeführt, das bei ebener und glatter Bodenbeschaffenheit, auf welche sich seine Anwendbarkeit beschränkt, z. B. auf chaussierten Wegen, auch an Genauigkeit die Meßbänder übertrifft.

Ein sehr bequemes und durchaus nicht allzu ungenaues Mittel der Entfernungsbestimmung ist die Zählung der Schritte. Zwar wächst die Schrittlänge S mit der Größe H des Menschen, es ist durchschnittlich bei

H = 1,6 m	1,7 m	1,8 m	1,9 m
S = 78 cm	80 cm	82 cm	84 cm,

sie nimmt mit zunehmendem Alter ab, ist am größten beim Gehen auf horizontaler Fläche und ändert sich auch mit der Marschzeit, indem sie mit zunehmender Ermüdung kleiner wird. Aber derselbe Mensch hat unter gleichen äußeren Verhältnissen auch eine konstante, ihm eigentümliche Schrittlänge, die er, einmal bestimmt, zu

Längenmessungen sehr gut benutzen kann. Als Normalwert, bei horizontalem, ebenem Boden kann man 80 cm annehmen.

Mechanische Schrittzähler in Taschenuhrform, deren Werk, wenn man sie in die Hosen- oder Westentasche steckt, durch die Erschütterung beim Schreiten in Bewegung gesetzt wird, heißen Podometer. Mehrere Zeiger auf einem Zifferblatt gestatten die durchschrittene Entfernung bis zu vielen Tausend Metern abzulesen. Oeftere Kontrollierung dieser Instrumente mittelst der Kilometersteine einer Landstraße ist nötig.

Von allen diesen Längenmeßapparaten sind nur die Meßlatte und das Stahlmeßband eichfähig, alle übrigen dürfen nicht zu Messungen gebraucht werden, die amtlich geaichte Längenmaße erfordern. Von der Richtigkeit der Meßlatte und des Stahlbandes überzeugt man sich durch Vergleichung mit einem Normalmaßstab, dessen Richtigkeit durch die Normal-Eichungs-Kommission beglaubigt sein muß.

Ein Stahlband von 20 m Länge darf höchstens um 3,5 mm von seinem Sollwert abweichen, und eine Meßlatte von 5 m Länge um höchstens 1,6 mm.

§ 4. Verjüngter Maßstab und Winkeltransporteur. Die Karte, das verkleinerte Bild des vermessenen Gebiets, muß die Bedingung der Aehnlichkeit erfüllen, es müssen also sämtliche Winkel im Bilde den entsprechenden in der Natur gleich sein, und alle Längen im Bilde zu den entsprechenden auf dem Felde im gleichen konstanten Verhältnis, dem Verjüngungsverhältnis oder Maßstab der Karte stehen.

Bei der Herstellung einer Karte sind Verjüngungsmaßstäbe, welche die natürlichen Längen in die entsprechenden Längen im Bilde umzuwandeln gestatten, unentbehrlich; dagegen werden die auf dem Felde gemessenen Winkel vielfach nicht direkt in die Karte übertragen (Koordinatenzeichnung), so daß ein Apparat zur Winkelzeichnung, ein Winkeltransporteur, nicht zu den unumgänglich notwendigen gehört.

Die Größe des Kartenmaßstabs richtet sich nach dem Zweck der Karte. Soll sie nur zur Orientierung dienen, so ist der Maßstab klein, soll man auch den Flächeninhalt aus ihr entnehmen können, oder soll gar die Karte zur Teilung der Grundstücke und zu Zwecken der Grenzregulierung dienen, so muß der Maßstab größer gewählt werden.

Die verjüngten Maßstäbe bestehen aus Metall oder aus trockenem harten Holz, oder man zeichnet sie auf Papier. Soll z. B. ein Maßstab im Verjüngungsverhältnis 1:5000 angefertigt werden, derart jedoch, daß die Längen bis auf ein Meter genau von ihm abgegriffen werden können, so trage man 2 cm mehrmals auf einer Geraden ab (Fig. 2). Die 2 cm stellen also die Länge von 100 m auf dem Felde dar. In den beiden Endpunkten der Geraden errichte man Senkrechte ac und bd von passender Länge und teile sie in 10 Teile von je etwa 0,5 cm. Die entsprechenden Teilungspunkte beider werden verbunden. Nun teile man auch die Gerade cd in Strecken von je 2 cm ein und verbinde die Teilungspunkte mit den entsprechenden der Geraden ab. Endlich wird ao und co in 10 gleiche Teile geteilt, von denen jeder also den Wert

Fig. 2.

von 10 m besitzt, und die Transversalen 0,10. 10,20. 20,30 etc. gezogen. Die Grundlinien der so entstehenden schmalen Dreiecke haben dann Werte von 1, 2, 3 . . . . . 10 m, so daß es nunmehr leicht ist, eine auf dem Felde gemessene Strecke bis auf 1 m genau im Verjüngungsverhältnis 1 : 5000 mit dem Zirkel von dem Maßstab abzunehmen und in die Karte zu übertragen.

Dieser Maßstab kann auch zur Anfertigung einer Karte mit anderem Verjüngungsverhältnis, z. B. 1 : 2500, dienen; man hat nur die vorher mit zwei multiplizierten Längen abzugreifen.

Die direkte Uebertragung der gemessenen Winkel in die Karte liefert stets nur mäßig genaue Bilder. Der Transporteur wird deshalb nur dann gebraucht, wenn entweder die Vermessung mit mäßiger Genauigkeit erfolgte oder doch auf eine genaue Karte kein großer Wert gelegt wird. Er wird als Halb- oder Vollkreis hergestellt. Um den Mittelpunkt des Kreises ist drehbar ein Arm (Alhidade), dessen eine zugeschärfte Kante zum Ziehen der Winkelschenkel, während der mitgeführte, an der Kreisteilung schleifende Nonius zum genauen Einstellen des betreffenden Winkels dient. Eine an der scharfen Kante anliegende federnde und niederdrückbare Pikiernadel gestattet auch nur die Richtung eines Winkelschenkels auf dem Zeichenblatt zu markieren.

§ 5. Bezeichnung der Vermessungspunkte. Die für die Vermessung maßgebenden Punkte sind entweder an und für sich schon genügend bezeichnet (Kirchtürme, Schornsteine, Blitzableiter, Kanten von Gebäuden) oder sie verlangen nur eine kleine Herrichtung (Anbringen einer hohen Stange in dem Wipfel eines Baumes) und heißen dann natürliche Signale, oder aber sie erfordern die Errichtung künstlicher Signale in ihnen.

Ein solches Signal soll in letzter Instanz die durch den Punkt gehende Lotlinie markieren, deren Richtung allein vollkommen ausreicht, wenn nur die Projektion des Punkts auf den Horizont ermittelt werden soll. Soll dagegen auch der senkrechte Abstand des Punkts von einem Horizont bestimmt werden (Höhenmessung), so muß die zu konstruierende Vertikallinie noch eine Höhenmarke tragen (Metallbolzen, der in Stein eingelassen ist, oder einfach Höhe des über dem Punkt errichteten Signals).

Die Art des Signals hängt von der Wichtigkeit des betr. Punkts für die Vermessung und von der Länge der Zeit, während deren man des Signals benötigt, ab. Es werden also entweder massige Steine in den Boden eingelassen oder eiserne oder Drainröhren oder nur Holzpflöcke.

Um die Zeichen aus größerer Entfernung sehen zu können, was bei den Landesvermessungen für die trigonometrischen Punkte höherer Ordnung erforderlich ist, wird über ihnen eine Pyramide aus starken Balken und Brettern gebaut, deren Spitze noch besonders mit einer gut anvisierbaren Vorrichtung versehen ist. Bei gewöhnlichen Messungen und geringeren Entfernungen der Punkte genügt die Aussteckung von Absteckstäben (Fluchtstab, Bake), 2—4 m langer, 3 cm dicker, gerader runder Stangen aus Fichten- oder Lärchenholz, am einen Ende mit spitzem eisernem Schuh versehen, mit dem sie senkrecht in den Erdboden gesteckt werden. Die Anbringung einer kleinen Fahne am oberen Ende erleichtert das Auffinden dieser Zeichen aus größerer Entfernung, und ihre Sichtbarkeit auf hellem wie dunklem Hintergrund wird durch abwechselnd hellen und dunklen Anstrich gefördert. Um einigermaßen unabhängig von genau senkrechter Stellung des Stabs zu sein, die man durch Anhalten eines Senkels oder Ansetzen einer Libelle oder durch Visieren in zwei Richtungen nach senkrechten Linien (Gebäudekanten) erreicht, visiert man den Stab

stets möglichst nahe am Erdboden an. Ist der Stab nicht über dem durch Signal bezeichneten Punkt aufstellbar, so setzt man ihn etwas seitlich, aber natürlich in der Richtung, aus welcher der Punkt angezielt wird.

Jeder Vermessungspunkt wird entweder durch einen Namen oder durch eine laufende Nummer bezeichnet.

II. Horizontalmessungen.

§ 6. Allgemeines. Es wird in diesem ganzen Abschnitt angenommen, daß es sich um die Vermessung von Gebieten handle, welche die Größe von 55 km² = 1 geogr. Meile im Quadrat nicht überschreiten. Nach § 1 darf dann, so lange es sich nur um die Bestimmung der Horizontal-Projektion, d. h. um die Flächengröße, handelt, von der Erdkrümmung abgesehen und die Aufnahme auf den scheinbaren Horizont irgend eines der Vermessungspunkte bezogen werden. Als Hilfsmittel der Vermessung dienen in den §§ 7—14 nur die einfachsten Instrumente, nämlich Absteckstäbe, Längenmeßwerkzeuge und Apparate zum Abstecken von konstanten Winkeln. Zwei Punkte bestimmen durch den Schnitt der Vertikalebene, welche durch ihre Lotlinien (Absteckstäbe) hindurchgeht, mit der Erdoberfläche eine Kurve, die sich in der Projektion auf die Horizontalebene als gerade Linie darstellt.

Eine gerade Linie wird also durch zwei ihrer Punkte der Richtung nach zwar vollständig bestimmt, aber für Vermessungszwecke ist doch die Aufsuchung noch weiterer Punkte („Absteckung") meist durchaus erforderlich.

§ 7. Absteckung einer Geraden.

a) Verlängerung einer durch zwei Absteckstäbe A und B bestimmten Geraden. Man nimmt einen Absteckstab locker zwischen die Finger, so daß er senkrecht hängt, hält ihn mit ausgestrecktem Arm vor sich und sucht einen Punkt C, in welchem dieser Stab die beiden zuerst ausgesteckten Stäbe zu gleicher Zeit deckt. Derselbe liegt dann in der Verlängerung der Geraden. Beim Einstoßen in den Boden muß auf senkrechte Stellung des Stabs geachtet werden.

b) Einschaltung eines Punkts D zwischen die gegebenen Endpunkte A u. B.

α) Man verlängert zuerst die Gerade AB und erhält Punkt C. Dann verlängert man die Gerade CA über A hinaus, indem man mit einem Stab D zwischen A und B tritt; so ist D ein Zwischenpunkt der Geraden AB.

β) Will oder kann man die Verlängerung von AB nicht ausführen, so stellt man sich hinter A oder B auf und schickt einen Gehilfen mit einem Stab zwischen A und B. Man weist den Gehilfen durch Zeichen mit dem Arm in die Gerade AB ein. Man beginne, wenn mehrere Zwischenpunkte einzuschalten sind, mit dem entferntesten. Während der Prozedur des Einwinkens und Einschaltens visiert der Beobachter von der Mittellinie seines Stabs aus, nach Beendigung des Verfahrens möge er an einer Seite desselben vorbeivisieren; so müssen sich nun sämtliche seitlichen Ränder der Zwischenstäbe decken. Um von genau senkrechter Stellung der Stäbe unabhängig zu sein, ist es gut, in gebückter Stellung zu visieren.

Man achte auf gute Beleuchtung der Stäbe, stecke also, wenn möglich, mit der Sonne im Rücken ab.

γ) Wenn sich der Beobachter hinter einem der gegebenen Punkte A und B nicht aufstellen kann oder will — der Punkt liegt etwa in unzugänglichem Gelände, oder die Entfernung von A oder B ist zu weit, oder wenn man wegen eines Hügels nicht von A nach B sehen kann, so benutzt man ein Näherungsverfahren: Man visiert

(Fig. 3) abwechselnd von C aus einen Gehilfen D nach Punkt A ein und läßt sich (C′) vom Gehilfen D nach Punkt B einvisieren. Es wird also mit zwei Stäben C und D operiert, von denen der eben einvisierte stehen bleibt, während derjenige, von welchem aus einvisiert wurde, seinen Platz ändert, weil er jetzt zum Einzuvisierenden wird. Die Annäherung der Stäbe C und D an die Grade AB wird so immer größer, und sie befinden sich beide in AB, wenn zu gleicher Zeit C in der Graden AD und D in der Graden BC liegt.

Fig. 3.

Die obigen Verfahren setzen voraus, daß in der Richtung AB visiert werden kann. Ist das nicht möglich, so werden Längenmessungen und Absteckungen von rechten Winkeln nötig.

δ) Mit Längenmessungen allein kommt man aus, wenn das auf der Graden AB liegende, die Visur verdeckende Hindernis (Gebäude, Wald) das Aufsuchen eines Punkts C gestattet, von dem aus sowohl nach A und B als auch nach Teilen der Graden AB freie Visur ist (Fig. 4). Man messe dann AC und BC aus, nehme den gleichen Teil (etwa die Hälfte) von beiden, verbinde die Teilungspunkte D und E, stecke eine Grade CF ab, deren Verlängerung über F an dem Hindernis vorbeigeht und mache FG=FC. Dann ist G ein Punkt der Graden AB. In gleicher Weise findet man einen Punkt J auf der anderen Seite des Hindernisses. Durch Verlängerung von AG und BJ bestimmen sich die Punkte K und L, in denen die Grade das Hindernis trifft. Durch allmähliche Verlängerung von AK über K und von BL über L hinaus mit allmählicher Wegräumung des Hindernisses (Bäume) läßt sich die Grade AB vollständig abstecken.

Fig. 4.

ε) Gibt es dagegen keinen solchen Punkt C, liegt etwa die Grade AB ganz im Wald, dann verfährt man unter Zuhilfenahme eines Instruments zum Abstecken rechter Winkel folgendermaßen (Fig. 5): Es wird von A aus durch immer weiter gehende Verlängerung die Grade AC abgesteckt, welche nach Signalen, die von B aus gegeben werden, zu urteilen, nahe an B vorbeiführen muß. Von B wird dann ein (kurzes) Lot auf AC gefällt (Punkt D) und BD sowie AD ausgemessen. Im beliebigen Punkt E vom gemessenen Abstand AE errichtet man darauf ein Lot und macht die Länge EF desselben (nach $\frac{EF}{DB} = \frac{AE}{AD}$) gleich DB. $\frac{AE}{AD}$. Dann ist F ein Punkt der Graden AB.

Fig. 5.

Die häufig vorkommende Aufgabe, den Durchschnittspunkt zweier durch je zwei Punkte bezeichneten Geraden AB und A′B′ zu suchen, ist sehr leicht mit Absteckstäben allein zu lösen, wenn man zunächst in jeder der Geraden noch einen dritten Stab C und C′ einsteckt (z. B. je in ihrer Verlängerung). Die Lösung der Aufgabe mit dem Prismenkreuz s. unter § 10 c).

(Die Absteckung von Kurven (Kreisbögen), welche hauptsächlich bei dem Wegebau vorkommen, wird im Abschnitt „Transportwesen" abgehandelt.)

§ 8. Ausmessung einer geraden Linie. Verlangt wird die Projektion der Geraden auf den Horizont. Es sind deshalb entweder die Längenmeßwerkzeuge stets in horizontale Lage zu bringen oder — bei gleichmäßiger Neigung der Geraden gegen den Horizont — die schiefe Länge zu messen und dann mit dem Cosinus des Neigungswinkels zu multiplizieren. Für diese Berechnung der horizontalen Projektion ist der Gebrauch von Tabellen bequem, die für verschiedene schiefe Längen L und verschiedene Neigungswinkel α die Differenz $\delta = L - L \cos \alpha$ zwischen schiefer und horizontaler Länge angeben. Es ist dann $L \cos \alpha = L - \delta$, die horizontale Länge ergibt sich durch Subtraktion des δ von der gemessenen schiefen Länge. Zur Bestimmung von α dient eine Reihe von kleinen Instrumenten, z. B. der Spiegel-Neigungsmesser von Tesdorpf (cf. § 24 b).

Indessen erreicht der Unterschied zwischen schiefer und horizontaler Länge einer Geraden erst bei einem Winkel von 8^0 ein Hundertstel, so daß bei mäßigen Anforderungen an die Genauigkeit die schiefe Länge für die horizontale Projektion gesetzt werden kann.

Bei stärkerer gleichmäßiger Neigung oder bei sehr unregelmäßiger Bodenbeschaffenheit würde das Horizontalspannen des langen Meßbands Schwierigkeiten bereiten, es empfiehlt sich dann die schiefe Messung mittelst Stahlband oder allein die Meßlatte, die man leicht nach dem Augenmaß oder durch Libelle in horizontale Lage bringen kann. Das eine Ende der Latte liegt am Anfangspunkt der Messung, das andere projiziert man mittelst eines Absteckstabes oder Senkels auf den Erdboden und legt im Projektionspunkt eine zweite Latte an, an das andere Ende dieser, nachdem es auf den Boden projiziert, wieder die erste usf. (Staffelmessung). Die Messung der Geraden beginnt stets in dem höher gelegenen Endpunkt.

Einen Vorteil der Stahlbandmessung kann man darin erblicken, daß die Gerade für die Ausmessung keiner Absteckung bedarf, weil die beiden Arbeiter, welche die Enden des Bandes halten, mit Hilfe der durch die Endringe gesteckten Stäbe (Kettenstäbe) sich stets in die Gerade einvisieren können.

Die Meßlatte besitzt dagegen den Vorzug, daß das abwechselnde Legen der beiden Latten von einem einzigen Arbeiter besorgt werden kann. Nur bei der Staffelmessung ist die Unterstützung durch einen zweiten Arbeiter erwünscht.

§ 9. Messungsfehler. Eine jede Messung ist mit Fehlern behaftet, keine gibt den wahren Wert der gemessenen Größe an. Zum Teil lassen sich die Fehler vermeiden, zum anderen Teil sind sie unvermeidlich. In jeder Längenmessung z. B. steckt ein Fehler, der durch die Unrichtigkeit des Längenmeßwerkzeuges verschuldet ist. Kennt man letztere auf Grund einer Eichung, ist die Latte z. B. ein wenig zu lang, so hat man die mit der Anzahl der gelegten Latten multiplizierte Unrichtigkeit der Latte zu der gemessenen Länge zu addieren. Es muß ferner bei jeder Längenmessung das Resultat von dem wahren Wert schon deshalb abweichen, weil es selbst bei sorgfältigster Absteckung der Geraden unmöglich ist, mit den Latten einer mathematisch geraden Linie zu folgen. Man wird stets ein wenig aus dieser, nach der einen oder der anderen Seite abweichen, und dieses Abweichen muß das Resultat notwendig zu groß ergeben.

Dieser wie der vorhergehende Fehler wirkt bei jeder Messung, so oft sie auch wiederholt werden mag, nach der gleichen Richtung, sie heißen deshalb einseitige Fehler; andere, die durch die Unvollkommenheiten unserer Meßinstrumente, unserer Methoden und unserer Sinnesorgane bedingt sind, zeigen sich dagegen bei verschiedenen Messungen mit verschiedenen Vorzeichen. Mißt man z. B. dieselbe Länge öfters, n-mal, mit den gleichen Instrumenten und der gleichen

Sorgfalt, so erhält man dennoch etwas verschiedene Resultate L_1 L_2 . . . L_n, bedingt durch unvermeidliche kleine Beobachtungsfehler. Den wahren Wert der Länge verschleiern sie uns, nur ihren wahrscheinlichsten Wert können wir ableiten als das arithmetische Mittel aller Resultate:

$$L = \frac{L_1 + L_2 + \ldots + L_n}{n}.$$

(Je weniger alle Werte L_1 . . . L_n von einander abweichen, desto genauer sind die Einzelmessungen. Als mathematisches Maß der Genauigkeit dient der sog. mittlere Fehler einer Messung

$$m = \sqrt{\frac{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \ldots + \varepsilon_n^2}{n - 1}}$$

wobei $\varepsilon_1 = L - L_1 \quad \varepsilon_2 = L - L_2 \ldots \varepsilon_n = L - L_n.$

Durch Division von m mit $\sqrt{n}$ erhält man den sogen. Fehler des arithmetischen Mittels

$$\mu = \sqrt{\frac{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \ldots + \varepsilon_n^2}{n - 1}} \cdot \frac{1}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \ldots + \varepsilon_n^2}{(n - 1)\, n}} = \frac{m}{\sqrt{n}},$$

d. h. um diese Größe μ kann das arithmetische Mittel L nach oben oder nach unten (weil die Wurzelgröße $\pm$) noch von dem wahren Wert der Länge abweichen.

§ 10. Konstruktion konstanter Winkel (45°, 60°, 90°, 180°) auf dem Felde.

a) Mit Meßband (oder einfacher Schnur) oder Meßlatten.

Fig. 6.

Einen Winkel von 90° trägt man (Fig. 6) an eine auf dem Felde gegebene Gerade AB im Punkt A an, indem man die Gerade über den Scheitelpunkt A des Winkels hinaus verlängert und auf beiden Seiten desselben eine gleiche Länge AC=AD abträgt. In C und D befestigt man an Stäbchen die Enden des Bands oder des Seils, faßt dieses genau in seiner Mitte und zieht es straff nach der einen oder anderen Seite der Geraden hin. Jeder der beiden Knickpunkte des Bandes E und F ist ein Punkt der zu errichtenden Senkrechten. Bei Benutzung der Latte legt man die eine Latte in C, die andere in D an und bringt sie mit ihren zweiten Enden zur Berührung in E oder in F.

Soll im Punkt D ein Winkel von 60° an die Grade DB gelegt werden, so mißt man DC ab (z. B. die halbe Schnurlänge oder eine ganze Latte) und macht die Länge DEC dem Doppelten von DC (also z. B. der ganzen Schnurlänge oder zwei Latten) gleich. Die Aufgabe der Halbierung eines beliebigen, auf dem Felde liegenden Winkels ist ebenfalls durch die obige Konstruktion gelöst, die ja lediglich die Halbierung des Winkels DAC=180° zum Gegenstand hatte. Je länger die benutzte Schnur oder Meßlatte, d. h. je weiter Punkt E von A entfernt liegt, desto größer ist natürlich die Genauigkeit der Konstruktion.

b) Mit Winkeltrommel oder Kreuzscheibe.

Wesentlicher Bestandteil dieser Apparate ist das Diopter, eine Vorrichtung zur Herstellung einer Abseh-(Visier-)Ebene, ev. auch einer Absehlinie. Solcher Absehebenen enthält der Apparat, wenn er zur Absteckung von rechten Winkeln dienen soll, zwei unter 90° geneigte. Jede wird durch ein Diopter festgelegt, das einfachstenfalls aus einer Kombination zweier 5—20 cm entfernter Metallplatten mit je einer schmalen parallelen Ritze besteht. An die eine Ritze legt der Beobachter das Auge und dreht das Diopter bei senkrechter Stellung der Ebene der beiden Spalten (der Absehebene) in solche Lage, daß das anvisierte Objekt in die Mittellinie der anderen Spalte zu

liegen kommt. Bei der Gleichheit der beiden Spalten läßt sich von der einen oder der anderen aus (vorwärts und rückwärts) visieren. Wird darauf in die zweite, auf der ersten senkrechte Absehebene ein zweites Objekt (Absteckstab) einvisiert, so liegt dieses und das erste in den Schenkeln eines rechten Winkels, dessen Scheitel durch die Schnittlinie der beiden Absehebenen bestimmt ist.

Dies Doppelspalten-Diopter hat den Nachteil eines sehr engen Gesichtsfeldes, wodurch das Auffinden des anzuvisierenden Objekts erschwert wird. Man erweitert deshalb die Spalten an ihren Enden knopflochartig und benutzt diese Teile mit größerer Breite des Gesichtsfeldes zum Aufsuchen des Objekts. Besser noch wird die dem Objekt zugewandte Spalte durch ein breites Fenster ersetzt, in dessen Mitte ein Faden, der Okularspalte parallel, ausgespannt ist. Dadurch geht aber der Vorteil, daß man vorwärts und rückwärts zielen kann, verloren, er läßt sich nur durch Vereinigung (Uebereinanderstellung) *zweier* Diopter zu einem mit der gleichen Visierebene, aber entgegengesetzter Lage von Schauritze und Objektivfaden wieder gewinnen.

Soll ein Diopter keine Abseh*ebene*, sondern eine Abseh*linie* geben, so tritt an die Stelle der Schauritze ein Schauloch und an Stelle des einen Objektivfadens zwei sich kreuzende.

Die Kreuzscheibe besteht aus einem Metallkreuz, an dessen vier Enden die beiden Diopter so angebracht sind, daß ihre Absehebenen sich unter 90^0 schneiden. Die Diopterteile lassen sich gewöhnlich auf die Grundplatten herunterklappen, so daß der Apparat bequem im Etui zu transportieren ist. Für den Gebrauch wird er mit einem in seiner Mittellinie angesetzten kleinen Zapfen auf ein Stockstativ gebracht.

Bei der *Winkeltrommel* befinden sich die Fenster und Schauritzen der beiden Diopter in der Seitenwand eines metallischen Zylinders oder abgestumpften Kegels. Die Leichtigkeit des Transports wird hierdurch verringert.

Pantometer sind Doppel-Winkeltrommeln, mit denen beliebige Winkel abgesteckt oder auf dem Felde bereits vorhandene gemessen werden können. Die beiden Trommeln haben gleiche Grundflächen und sitzen mit der gleichen Mittellinie (Achse) aufeinander. Die untere ist fest und trägt die eine, die obere ist um die Mittellinie drehbar und trägt die andere Diopterebene. An der Berührungslinie beider hat die eine eine Kreisteilung, die andere einen Index. Auch das Pantometer wird von einem senkrecht in die Erde einzusteckenden Stockstativ getragen oder auf ein dreibeiniges Stativ aufgesetzt. Die Art der Handhabung ist klar.

Die Prüfung der Kreuzscheibe und Winkeltrommel erstreckt sich auf zwei Punkte, nämlich, ob die beiden Teile jedes Diopters eine Ebene bilden, und ob die beiden Absehebenen auf einander senkrecht sind. Das erste prüft man durch Anvisieren eines senkrecht stehenden Absteckstabs von verschiedenen Punkten der Schauritze aus (unter gleichzeitiger Verdeckung aller übrigen), das zweite (Fig. 7) durch Anlegen eines rechten Winkels an einen Punkt A einer auf dem Felde abgesteckten Geraden BAC sowohl nach links (AD) wie nach rechts (AE). Fallen die beiden Richtungen nicht zusammen, so halbiert man ihren Abstand, setzt im Halbierungspunkt F einen Stab ein und dreht, wenn dies möglich ist, die *eine* Diopterebene durch Verschiebung ihrer Schauritze oder ihres Fensters so lange, bis sie auf F zeigt, während die andere auf B oder C weist.

Fig. 7.

c) Mit Spiegel- oder Prismeninstrumenten. Eine zylindrische Röhre (Fig. 8) trägt in der einen Grundfläche ein (nicht zu kleines) Sehloch L_1, in der anderen offenen ist ein Faden F ausgespannt. In der Achse sitzt ein unter 45° gegen sie geneigtes, zur Hälfte mit Spiegelfolie belegtes Glas G und ihm gegenüber ist in der Seitenwand des Zylinders ein Loch L_2 eingeschnitten. Visiert man in die Richtung des Diopters einen Stab S_1 ein und läßt durch einen Gehilfen einen zweiten Stab S_2 so setzen, daß man im Spiegel sein Bild ebenfalls auf dem Diopterfaden erblickt, so liegen die beiden in den Schenkeln eines rechten Winkels, dessen Scheitelpunkt sich im Spiegel befindet.

Fig. 8.

Eine Unbequemlichkeit dieses Spiegelrohrs liegt darin, daß man es entweder ebenso wie die Winkeltrommel auf ein Stativ stecken oder, wenn es frei in der Hand gehalten wird, sehr ruhig halten muß, da die kleinste Bewegung des Rohrs die Koinzidenz der Bilder aufhebt.

Bei Benutzung zweier, unter 45° geneigter Spiegel, eines Winkelspiegels, kann man dagegen kleine Drehungen um die Durchschnittslinie der Spiegel ausführen, ohne daß die beiden Bilder, das direkt gesehene des einen Stabs S_1 und das durch doppelte Spiegelung gesehene des anderen S_2, auseinandergehen. Die beiden Spiegel (Fig. 9) sind an den Seitenwänden eines nach vorn offenen, prismatischen Gehäuses aus Metall angebracht. Die Seitenwände sind über den Spiegeln mit breiten Fenstern versehen. Durch das Fenster über dem rechtsseitigen Spiegel sehend, erblickt man Stab S_1, während das Bild von S_2 durch Reflexion, erst am linksseitigen, dann am rechtsseitigen Spiegel ins Auge gelangt. Bei senkrechter Haltung der Spiegelkombination erscheinen die lotrecht ausgesteckten Stäbe lotrecht und der eine in der Verlängerung des andern. Daß der Punkt P der Scheitel eines rechten Winkels ist mit den Schenkeln nach S_1 und S_2 und zwar unabhängig von dem Einfallswinkel des Strahls S_2, folgt sofort aus den Reflexionsgesetzen des Lichts.

Fig. 9.

Außer den Gegenständen, die, wie S_2, doppelt gespiegelt sind, erblickt das Auge auch Bilder von solchen, die nur an einem der Spiegel reflektiert sind. Durch kleine Drehung des Winkelspiegels, woran letztere teilnehmen, erstere aber nicht, lassen sich diese falschen Bilder leicht ausscheiden. An der Handhabe des Winkelspiegels kann gewöhnlich ein Senkel zur Projektion des Schnittpunkts P der Strahlen auf den Erdboden angebracht werden. Die Prüfung des Winkelspiegels erfolgt in gleicher Weise wie die der Winkeltrommel, und zur Ermöglichung seiner Verbesserung dient eine an dem einen Spiegel angebrachte Zug- und eine Druckschraube.

Das Winkelprisma hat vor dem Winkelspiegel die Vorzüge geringerer Größe, daher besserer Handlichkeit, und hellerer Bilder. — Es ist ein Glasprisma mit einem gleichschenklig rechtwinkligen Dreieck als Querschnitt. Fällt Licht von einem Objekt S_1 (Fig. 10 S. 101) auf die eine Kathetenfläche des Prismas, so wird es gebrochen nach b auf der zweiten Kathetenfläche, dort total reflektiert nach c auf der Hypotenusenfläche, wieder reflektiert nach d, wo es mit einer zweiten Brechung austritt. Nach den Brechungs- und Reflexionsgesetzen bildet der austretende, zweimal gebrochene und zweimal reflektierte Strahl mit der Verlängerung des eintretenden Strahls S_1e, ganz unabhängig von dessen Richtung, einen rechten Winkel. Bringt man also das Auge nach e, und steht in der Richtung de des austretenden Strahls

ein Objekt S_2, nach welchem hin man über oder unter dem Prisma hinweg visiert, so beweist die Koinzidenz von S_2 mit dem im Prisma gesehenen S_1, daß sich das Auge im Scheitel eines rechten Winkels befindet, dessen Schenkel durch S_1 und S_2 gehen. Man kann demnach auf der gegebenen Geraden S_1e ein Lot errichten, wenn man im Prisma das Bild von S_1 aufsucht und darauf einen Gehilfen mit einem Stab S_2 derart einwirkt, daß der direkt gesehene Stab S_2 in der Verlängerung von S_1 erscheint. Man sehe hierbei immer möglichst nahe am Scheitel des spitzen linksseitigen Prismenwinkels vorbei und überzeuge sich durch kleine Drehung des Prismas um seine Achse, daß sich das Bild von S_1 nicht mitdreht. Das Prisma sitzt in einem prismatischen Metallgehäuse, das nur die Kathetenflächen freiläßt und an der Grundfläche eine Handhabe trägt.

Fig. 10.

Das Winkelprisma bedarf so wenig eines Stativs wie der Winkelspiegel und bleibt, einmal richtig geschliffen, stets richtig, zeichnet sich also auch hierdurch vor dem öfters zu prüfenden Winkelspiegel aus.

Zur Fällung eines Perpendikels von einem gegebenen Punkt auf eine gegebene Gerade ist die Winkeltrommel (Kreuzscheibe) unbequem, weil bei Aufsuchung des Fußpunkts häufige Versetzung des Stativs und Einrichtung der einen Diopterebene in die Gerade nötig ist. Geht man dagegen mit dem Winkelspiegel oder -Prisma längs der durch mindestens drei Stäbe abgesteckten Geraden so, daß man immer zwei der Stäbe in Deckung halten kann, und visiert diese direkt an, während der den gegebenen Punkt bezeichnende Stab oder das Objekt im Spiegel oder Prisma aufgesucht wird, so ist der Fußpunkt des Lots rasch gefunden. Wenn er in die Verlängerung der Geraden fällt, genügt natürlich ihre Bezeichnung durch zwei Punkte.

Diese genügt stets, wenn man auf das Winkelprisma ein zweites gleiches so legt, daß seine Hypotenusenfläche senkrecht auf der des ersten steht, während eine Kathetenfläche genau die Fortsetzung einer solchen des ersten nach oben bildet. Ein solches Bauernfeindsches Prismenkreuz befindet sich in einer metallischen, unten mit einem Griff versehenen Fassung, welche nur die vier Kathetenflächen freiläßt. Die Kombination der beiden Prismen dient zur Einrichtung des Beobachters in die Gerade, wie auch zur Absteckung einer Geraden, und wird mit Vorteil zu diesem Zweck namentlich dann angewendet, wenn die Endpunkte der abzusteckenden Geraden unzugängliche Punkte sind. Jedes Prisma für sich allein dient dagegen zum Abstecken des rechten Winkels, also zum Errichten oder Fällen eines Lots.

Die Möglichkeit, mit dem Prismenkreuz zwischen zwei Punkte weitere einzuschalten, d. h. Winkel von 180° abzustecken, folgt aus dem leicht zu beweisenden Satze, daß ein Lichtstrahl, der auf eine Kathetenfläche eines rechtwinklig gleichschenkligen Prismas unter dem Winkel i auffällt und, von der Hypotenuse reflektiert, durch die andere Kathetenfläche austritt, aus seiner Richtung um einen Winkel abgelenkt wird, dessen Größe gleich $90^0 \pm$ 2mal dem Einfallswinkel i ist. Stehe z. B. das Prisma auf der Verbindungslinie der Punkte S_1 und S_2 (Fig. 11 S. 102) so, daß das von diesen kommende Licht — S_1 sendet nur in eine Kathetenfläche des einen, S_2 nur in eine des anderen Prismas Licht — senkrecht auf die Katheten trifft, so wird, da $i=0$, jeder Strahl um 90^0 abgelenkt, und einem in die beiden übereinander liegenden Kathetenflächen blickenden Auge fallen also die Bilder von S_1 und S_2 zusammen (das eine liegt senkrecht über dem anderen). Dreht man nun das Prisma etwas

um die Schnittlinie H der Hypotenusenflächen [1]), so entfernen sich die Einfallslote auf den Kathetenflächen nach entgegengesetzten Richtungen von den Strahlen, der Einfallswinkel ist also an der einen Fläche $+i$, an der anderen $-i$ gleich zu setzen, und die Ablenkung ist für den von S_1 kommenden Strahl 90^0+2i, für den von S_2 kommenden 90^0-2i, die durchgegangenen Strahlen sind also parallel geblieben, und die Bilder von S_1 und S_2 decken sich auch jetzt noch.

Kriterium dafür, daß sich das Prismenkreuz in einem Punkt der Geraden S_1S_2 befindet, ist also die von der Größe von i unabhängige Deckung der beiden Bilder.

Um einen Punkt der Geraden aufzusuchen, bewege man sich in etwa senkrechter Richtung zu ihr. Bei Annäherung an die Gerade nähern sich die Bilder der beiden Endpunkte, bei Entfernung gehen sie auseinander. Zur Fällung eines Lots auf die Gerade benutzt man *eins* der beiden Prismen und überzeugt sich durch Schauen in *beide* Prismen, daß der Fußpunkt auch der Geraden angehört. Den Durchschnittspunkt zweier nur durch ihre Endpunkte bezeichneten Geraden ermittelt man mit dem Prismenkreuz, indem man zuerst einen Punkt der einen aufsucht und nach Bezeichnung desselben *in* der Richtung der ersten Geraden sich auf die zweite zu bewegt.

Bilden die Bilder zweier lotrechter Stäbe bei senkrechter Haltung des Kreuzes eine geknickte Linie, so sind die Kanten der beiden Prismen nicht parallel. Dieser Fehler, sowie auch eine nicht senkrechte Stellung der Hypotenusenflächen zu einander, die durch eine Ausweichung des mit dem Kreuz eingeschalteten Punkts aus der Geraden angezeigt wird, ist mittelst Korrektionsschräubchen leicht zu beseitigen. In neuerer Zeit werden an Stelle der rechtwinklig-gleichschenkligen Prismen vielfach fünfseitige Prismen verwandt, in denen der Winkel von 90^0 zwischen zwei Winkeln von $112\frac{1}{2}^0$ liegt, während ihm gegenüber sich ein Winkel von 45^0 befindet, der aber durch eine beliebig gelegene Fläche abgeschnitten ist, so daß ein Fünfseit entsteht. Der Vorzug dieser Prismen liegt gegenüber den dreiseitigen in einem etwas größeren Gesichtsfeld. Das Licht tritt durch die den R-Winkel einschließenden Flächen in das Prisma ein, resp. aus ihm heraus, und wird an den den $\frac{1}{2}$ R-Winkel einschließenden Flächen reflektiert.

§ 11. *Indirekte (mittelbare) Längenmessungen mit Hilfe der Instrumente zum Abstecken konstanter Winkel.* Die Ausmessung einer Linie heißt eine *direkte*, wenn sie durch Auflegen und Aneinanderreihen von Längenmeßwerkzeugen auf der Linie ausgeführt wird. Sie wird dagegen eine *indirekte* oder *mittelbare* genannt, wenn eine oder mehrere zu der gesuchten in geometrischer Beziehung stehende Linien resp. auch noch Winkel ausgemessen und aus diesen die Länge der gesuchten berechnet wird. Im allgemeinen — nicht immer — ist das Resultat einer direkten Messung genauer als das einer indirekten.

Die Ausführung mittelbarer Linienmessungen wird durch eine Reihe später zu besprechender Instrumente (Theodolit, Distanzmesser etc.), aber auch schon durch

1) In der Figur ist der leichteren Zeichnung halber die Linie S_1S_2 gedreht und das Prisma festgehalten. Der Weg der Strahlen ist aus demselben Grunde vereinfacht gezeichnet.

die Längenmeßwerkzeuge allein oder durch diese in Verbindung mit den Apparaten zur Absteckung konstanter Winkel ermöglicht.

Eine mittelbare Ausmessung einer Geraden wird zur Notwendigkeit, wenn sie unzugängliche Zwischenpunkte — bebautes Land, Wald, Gebäude — hat oder wenn sie einen oder auch zwei unzugängliche Endpunkte — in sumpfigem Terrain, oder durch Wasserlauf vom Beobachter getrennt — besitzt. Die Methode der Messung ist in jedem der drei Fälle eine andere, und sie richtet sich weiter auch danach, ob man längs der gesuchten Linie visieren, d. h. sie abstecken kann oder nicht (Wald, Gebäude).

Denn im letzteren Falle ist die Anlegung eines rechten Winkels an die Gerade nicht möglich.

Zur Illustrierung dieser mit den einfachsten instrumentellen Hilfsmitteln ausführbaren indirekten Längenmessungen genüge die kurze Angabe nur einiger Lösungen für verschiedene mögliche Fälle.

1) Unzugängliche Zwischenpunkte, freie Visur (Fig. 12). Anlegung von rechten Winkeln an die Gerade AB in den Punkten C und D, Abtragung von gleichen Längen CE = DF auf den Senkrechten und Ausmessung von EF statt des Stücks CD. Oder auch Errichtung der Senkrechten in A und B (statt in C und D) und Parallelverschiebung der ganzen Länge AB.

Fig. 12.

2) Unzugängliche Zwischenpunkte, verdeckte Visur (Wald) (Fig. 13). Absteckung einer an dem Visurhindernis vorbeiführenden Geraden AC und Fällung eines Lots BD. Es ist $AB = \sqrt{AD^2 + BD^2}$.

Fig. 13.

3) Ein unzugänglicher Endpunkt, freie Visur. (Fig. 14.) Absteckung der Geraden BC, Fällung der Lote AD und DE. $AB = BD \cdot \frac{BD}{BE}$. BD ist möglichst groß zu nehmen, so daß der unechte Bruch $\frac{BD}{BE}$ nur wenig von der Einheit abweicht.

Fig. 14.

4) Ein unzugänglicher Endpunkt, verdeckte Visur (Wald) (Fig. 15). Aufsuchung eines Punkts C, von dem aus die Endpunkte A und B sichtbar sind. Absteckung von AC und BC. Direkte Teilung von BC, indirekte von AC (durch Absteckung von CD, Fällung des Lots AE, Teilung von EC, Errichtung des Perpendikels FG), Ausmessung von GH. AB = n. GH, wo n das Teilungsverhältnis von EC und BC.

Fig. 15.

§ 12. **Kleinvermessung (Stückvermessung) nach der Normalen-(Koordinaten-) Methode.** Die Vermessung kleiner Flächen stützt sich in der Regel auf eine vorhergegangene Vermessung eines größeren Gebiets, sie erfolgt gewöhnlich im Anschluß an das trigonometrische und polygonometrische Netz, dessen Legung erst später, § 30 u. ff., besprochen wird. Hier soll sie selbständig behandelt werden, da sie keine anderen instrumentellen Hilfsmittel als die schon besprochenen erfordert.

Bedingung für die Anwendung der Koordinatenmethode ist Betretbarkeit der Fläche und möglichst freie Visur auf ihr. Ihre Breite soll, weil die auf ihr zu fällen-

den Lote in der Regel nicht über 50 m lang genommen werden dürfen (wegen der sonst zu unscharfen Bestimmung des Fußpunkts), nicht über 100 m sein. Ist sie größer, so teilt man die Fläche durch gerade Grenzlinien in Streifen von passender Breite ein.

Die Methode besteht darin, daß man eine Gerade absteckt, von welcher die aufzunehmenden Punkte sämtlich weniger als 50 m entfernt liegen. Sie heißt die Basis der Vermessung, Abszissen- oder Vermessungsachse. Von allen bemerkenswerten Punkten der Fläche aus fällt man Lote auf die Basis und nennt deren Längen die Ordinaten und den Abstand der Fußpunkte von einem passend gelegenen Anfangspunkt auf der Basis die Abszissen der Punkte. Abszissen und Ordinaten heißen die Koordinaten.

Fig. 16.

Den Anfangspunkt O wählt man so, daß alle Fußpunkte nach derselben Seite liegen (rechts), wodurch alle Abszissen x das gleiche (positive) Vorzeichen erhalten. Die Ordinaten y zählen positiv, wenn sie nach der einen, negativ, wenn sie nach der anderen Seite der Basis fallen.

Ueber die günstigste Lage der Basis gibt eine rohe Aufnahme, der Handriß, Aufschluß. Man zeichne die Brechungswinkel der Grenzlinien der Fläche, indem man sie umschreitet, nach dem Augenmaß und trage deren Längen nach dem Schrittmaß auf. In den so erhaltenen Handriß wird die Basis in der passenden Lage eingezeichnet, die Lote von den Grenzpunkten und sonstigen Punkten des Innern aus auf sie gefällt, und die auf dem Felde gemessenen Abszissen- und Ordinatenwerte an den Endpunkten ihrer Lote in den Handriß, so wie die Figur 16 angibt, außerdem aber auch noch in eine Tabelle eingeschrieben.

Die Herstellung des Situationsplans geschieht so, daß zuerst die Basis gezeichnet und auf ihr alle gemessenen Abszissen mittelst Zirkels und verjüngten Maßstabs aufgetragen werden.

Die Ordinaten werden mit Hilfe eines rechten Winkels angetragen. Einfacher ist die Benutzung von Papier mit zwei sich kreuzenden feinen Liniennetzen (Koordinaten- oder Millimeterpapier). Zur Kontrolle mißt man außer den Koordinaten der Punkte auch noch einige Grenzseiten oder Diagonalen, deren Länge mit der aus den Koordinaten berechneten Länge — z. B. Entfernung der Punkte 3 und 7 gleich $\sqrt{(x_3 - x_7)^2 + (y_3 - y_7)^2}$ — und auch mit der aus dem Plan zu entnehmenden übereinstimmen muß.

Die Fläche zerfällt durch die Lote in rechtwinklige Dreiecke und Paralleltrapeze, deren Größe sich aus den Koordinaten berechnet. Den Inhalt F der Fläche erhält man deshalb, wie leicht zu erweisen, für jede beliebige Lage der Basis auf oder außerhalb der Fläche, nach einer der beiden Formeln — wenn $n-1$, n, $n+1$ die Bezeichnungen dreier in der Uhrzeigerrichtung aufeinanderfolgenden Grenzpunkte sind — aus den Koordinaten der Eckpunkte.

$$F = \frac{1}{2} \sum \left\{ y_n (x_{n+1} - x_{n-1}) \right\}$$

$$F = -\frac{1}{2} \sum \left\{ x_n (y_{n+1} - y_{n-1}) \right\}.$$

Wenn die Fällung der Lote aus einzelnen Punkten der Grenze oder des Flächeninnern auf die Basis wegen irgend eines Hindernisses nicht möglich ist, so kann man den Punkt durch eine Dreieckskonstruktion an die Basis anbinden. Man steckt Fig. 17 von a aus an dem Hindernis vorüber zwei Gerade ab und ac nach der Basis ab, mißt sie sowie bc aus und bestimmt auch die Entfernung des b oder c, x_b oder x_c vom Anfangspunkt der Basis. Dann läßt sich a durch Kreisbogenschnitt in den Plan eintragen, und auch die Ordinate und Abszisse von a bestimmen.

Fig. 17.

Wird bei zu großer Breite der aufzunehmenden Fläche ihre Teilung in Streifen nötig, so sind deren Vermessungslinien mit einander zu verbinden (an einander anzubinden) derart, daß für drei oder mehr Punkte der zweiten Linie die Koordinaten in bezug auf die erste gemessen werden. Sind die Grenzlinien der Fläche an Zahl sehr groß (Fig. 18) oder sind sie krummlinig, so legt man um die Fläche ein möglichst eng anschließendes Vieleck mit einer geringeren Zahl von Seiten und nimmt zunächst nur dieses nach der Koordinatenmethode auf. Die Flächenstreifen zwischen seinen Seiten AB, BC, . . . und denen des gegebenen Vielecks 1,2 — 2,3— . . . werden darauf ebenfalls nach der Koordinatenmethode aufgenommen, wobei die Seiten AB, BC . . . des umschriebenen Vielecks als ebensoviele Vermessungsachsen für die benachbarten Punkte des gegebenen dienen. Bei krummliniger Begrenzung der Fläche teilt man am besten die Basis in gleiche Teile ein, weil sich die Fläche des Randstücks dann einfach als das halbe Produkt aus einem solchen Teil in die Summe der Ordinaten berechnet. Selbstverständlich können die Seiten des Hilfsvielecks auch innerhalb des gegebenen oder teils innerhalb, teils außerhalb liegen. Die gesuchte Flächengröße ergibt sich immer als Summe der Fläche des Hilfsvielecks $\pm$ der Fläche der Randstücke.

Fig. 18.

Die Aufnahme eines Wasserlaufs oder eines Wegs erfolgt in ganz der gleichen Weise, wie die Polygonaufnahme durch Absteckung von Vermessungslinien neben dem Wasserlauf oder auf dem Wege und durch Konstruktion der Lote auf dieselben von den Ufern des Wassers oder den Straßenseiten aus.

§ 13. Stückvermessung mit Hilfe eines Liniennetzes. (Diagonalmessungen.) Ein Dreieck ist durch die Längen seiner drei Seiten bestimmt. Da man aber ein jedes Vieleck in Dreiecke zerlegen kann, so läßt sich also auch ein Vieleck durch Längenmessungen aufnehmen. Die Fläche erhält man als Summe aller Dreieckflächen, deren jede aus den gemessenen drei Seiten A, B, C nach der Formel

$$f = \sqrt{S(S-A)(S-B)(S-C)}, \text{ wo } S = \frac{A+B+C}{2}$$

zu berechnen ist.

Die Methode wird gewöhnlich mit der Koordinatenmethode kombiniert, indem das um- oder eingeschriebene Hilfs-Vieleck (§ 12) mittelst Zerlegung in Dreiecke (Fig. 19), die Randstücke 123 . . . . aber, sowie etwaige Punkte abc . . . im Innern des Polygons durch Messung der Koordinaten aufgenommen werden, wobei eine benachbarte Dreieckseite als Abszissenachse dient.

Fig. 19.

§ 14. Stückvermessung bei beschränkter Zugänglichkeit oder Visur. Die Methode des § 13 ist nur bei gut zugänglichen Flächen und freien Visuren anwendbar (abgeholzte Flächen und Wiesen oder Aecker innerhalb der Waldungen); und auch die Koordinatenmethode ist nur sehr eingeschränkt zu gebrauchen, sobald die obigen Bedingungen fehlen. Eine unzugängliche Fläche ohne freie Visuren kann jedoch dadurch zur Vermessung gebracht werden, daß man ein Rechteck oder ein Fünfeck mit drei rechten Winkeln um sie legt — denn deren Fläche ist auch ohne Zerlegung in Dreiecke und ohne Winkelmesser bloß aus ihren Seitenlängen berechenbar — und die entstehenden Randstücke nach der Koordinatenmethode vermißt. Ist die Legung eines Rechtecks oder Fünfecks um das unzugängliche Vieleck nicht möglich, etwa weil die Umgebung des Polygons nicht betreten werden darf oder weil sie keine freien Visuren bietet, so ist die Aufgabe mit den bis jetzt beschriebenen Instrumenten unlösbar.

Eine solche Vermessungsart kann sehr wohl bei Aufnahme isolierter Holzparzellen vorkommen, indem man außerhalb des Umfangs derselben eine der angegebenen Hilfsfiguren festlegt (Perimetermethode).

§ 15. Bestandteile feinerer Meßinstrumente. Die Instrumente zur genaueren Messung von Längen und Winkeln sind mit gewissen Vorrichtungen oder Hilfsinstrumenten ausgestattet, von deren exakter Ausführung die präzise Messung der Längen und Winkel wesentlich abhängt.

a) Der Nonius. Die genaue Messung einer Länge oder eines Winkels erfordert einmal eine fehlerfreie, sodann eine sehr weitgehende Teilung des Längenmaßstabs oder des winkelmessenden Kreises. Beides sind unsere heutigen Teilmaschinen zu leisten imstande. Einer zu weitgehenden Teilung der Längen- und Winkeleinheit steht aber das Unterscheidungsvermögen unseres Auges im Wege, das zwei um etwa $^1/_{15}$ mm entfernte Teilstriche nicht mehr als getrennte erkennt. Man teilt jedoch im allgemeinen nicht bis zu dieser Grenze, sondern bleibt bei einer Entfernung von etwa ¼ mm stehen und bestimmt kleinere Teile der Länge oder des Winkels mit Hilfe eines Nonius oder Ablesemikroskops. Da letzteres nur bei sehr teuren, in der forstlichen Praxis kaum angewandten Instrumenten vorhanden ist, so sei von seiner Beschreibung abgesehen.

Der Nonius ist eine kurze Nebenteilung, und längs des Randes des Maßstabs, der Hauptteilung, verschiebbar. Bei einem Längenmaß ist der Nonius also ebenfalls linear, bei einem Winkelmaß dagegen ein mit der Kreisteilung konzentrisches Kreisbogenstückchen. Die Einteilung des Nonius ist derartig, daß n seiner Teile gleich n—1 oder n+1 Teilen der Hauptteilung sind. (Nachtragender und vortragender Nonius.) Der erste Fall ist die bei geodätischen Instrumenten fast ausnahmslose Regel, es ist dann die Nebenteilung in der gleichen Richtung wie die Hauptteilung beziffert. Die Bezifferung beginnt mit Null. Vor dem ersten (Null-)Strich und nach dem letzten mit einer Ziffer versehenen Strich sind meist noch wenige Striche angebracht, die Ueberteilung, deren Zweck später auseinandergesetzt werden soll.

Bei Ingebrauchnahme einer mit Nonius versehenen Teilung — es sind bei unsern Instrumenten fast ausschließlich Kreisteilungen — überzeuge man sich zuerst, welches der kleinste auf ihr, der Hauptteilung, bezeichnete Winkelwert ist. Dann stelle man behufs Ermittelung der Angabe des Nonius den Nullstrich des Nonius auf einen der Hauptteilstriche (z. B. auf Null) ein und sehe nach, wie viele Teile der Kreisteilung die Länge der Noniusteilung (vom Nullstrich bis zum letzten bezifferten Strich) einnimmt. Ihre Zahl ist beim nachtragenden Nonius um eins kleiner, als die der Noniusteile n, also n—1. Bezeichnet dann H den Wert eines

Hauptteils, N den eines Noniusteils, so ist ihr Unterschied $H - N = H - \frac{n-1}{n} H = \frac{1}{n} H$, und heißt die Angabe A des Nonius. Ist z. B. $H = 20'$, $n = 20$, so ist $\frac{1}{n} H = 1'$, und bis auf diese Größe genau läßt sich dann die Winkelablesung machen. Man achte darauf, immer *alle* zwischen Null- und Endstrich des Nonius liegenden Noniusteile zu zählen, denn gewöhnlich bezieht sich die Numerierung des Nonius nicht

Fig. 20.

auf alle, sondern nur auf die längsten seiner Teilstriche. Bei z. B. 60 Noniusteilen und $H = 20'$ wäre $A = \frac{1}{60} \cdot 20' = 20''$. Die 60 Noniusteile seien aber in Gruppen von je dreien angeordnet und nur diese Gruppen sind dann mit Ziffern versehen. Läßt man also die Unterteilung der Gruppen außer acht, so gestattet der Nonius nur eine Genauigkeit der Ablesung bis auf $3 \cdot 20'' = 1'$, berücksichtigt man sie, so steigt die Genauigkeit auf $20''$.

In der Figur 20 ist $n = 10$, der Wert eines Hauptteils des linearen Maßstabs $= 5$ mm, die Angabe des Nonius also $\frac{1}{10} \cdot 5 \text{ mm} = 0{,}5$ mm. Die Marke für die Ablesung einer mit Nonius versehenen Teilung ist immer der Nonius-Nullstrich, der hier zwischen 7 und 8 steht, also die Ablesung 35—40 mm gibt. Zur Bestimmung des Abstands zwischen Strich 7 der Hauptteilung und Null des Nonius sehe man jetzt nach, welcher Strich des Nonius mit einem der Hauptteilung koinzidiert. Ist es der 7., so hat man 7mal der Noniusangabe A, also $7 \cdot 0{,}5 = 3{,}5$ mm noch zu 35 mm zu addieren, erhält also als Ablesung 38,5 mm. Denn der 6. Noniusstrich steht dann um A von dem ihm links benachbarten der Hauptteilung entfernt, der 5. von dem ihm benachbarten um 2. A, schließlich der Nullte um 7 . A.

Gleich große Abstände je zweier Nachbarstriche der Haupt- und Nebenteilung müssen auch nach der rechten Seite sich finden, wenn der 7. Noniusstrich *genau* mit einem Strich der Hauptteilung koinzidiert. Ist das nicht ganz scharf der Fall, so zeigt sich kein zu diesem Strich nach beiden Seiten symmetrisches Bild. Diese Symmetrie dient darum als Kriterium scharfen Zusammenfallens, und um dieses Kriterium nicht entbehren zu müssen, wenn ein dem Anfang oder Ende der Noniusteilung sehr naher Strich koinzidiert, dazu ist die Ueberteilung vorhanden.

Fig. 21.

Im allgemeinen wird nun überhaupt *kein* Noniusstrich mit einem der Hauptteilung *ganz scharf* koinzidieren, wie in der Figur 21 deutlich zur Anschauung gebracht ist. Die Koinzidenz würde da *zwischen* 6 und 7 erfolgen, und deshalb liegt die Ablesung zwischen den Grenzen 38,0 und 38,5, näher an dem einen oder anderen Wert, je nachdem 6 oder 7 besser koinzidiert.

Da Haupt- und Nebenteilung sich nie vollkommen dicht aneinander legen und niemals sich in genau der gleichen Ebene befinden, so liest man leicht mit Parallaxe ab, d. h. bei verschiedener Richtung des Anvisierens der Teilungen, z. B. einmal von rechts, dann von links, sieht man verschiedene Teilstriche zur Koinzidenz kommen. Man sehe, um die Parallaxe nach Möglichkeit zu vermeiden, immer derart durch die Lupe nach den Teilungen, daß die beiden etwa zusammenfallenden Teilstriche die Mitte des Gesichtsfeldes einnehmen.

b) Die Libelle dient zum Horizontalstellen von Linien und Ebenen und wird in der Form der Röhren- und der Dosenlibelle benutzt. Sie führt auch den Namen Wasserwage, aber zu ihrer Füllung dient jetzt niemals mehr Wasser mit einer Luftblase darüber, sondern der leichter an Glas verschiebbare Aether (oder eine andere leicht bewegliche Flüssigkeit), über dem sich mit Ausschluß von Luft nur Flüssigkeitsdampf befindet.

Fig. 22.

Das Gefäß der Röhrenlibelle hat eine tonnenförmige Gestalt; man denke sich eine zuerst kreiszylindrische Glasröhre, deren innere Form durch Ausschleifen zu einem Rotationskörper gemacht wurde, entstanden durch die Rotation eines flachen Kreisbogenstücks acb um die Achse A der Röhre (Fig. 22). Letztere oder die Sehne ab des Kreisbogens heißt die Achse der Libelle. Für gewöhnlich genügt das tonnenförmige Ausschleifen der oberen Seite des Röhreninnern; die Zeichnung gibt das Gefäß einer seltener gebrauchten Form, der Reversionslibelle, wieder. Das Glasgefäß der Libelle ist mit einem Metallmantel umgeben, welcher nur an der oberen Seite (bei der Reversionslibelle auch unten) einen breiten Schlitz hat. Die Glasröhre ist längs desselben mit einer Teilung versehen. Mit dem Metallmantel steht in korrigierbarer Verbindung ein Lineal oder Stützen, mit welchen die Libelle auf der horizontal zu stellenden Linie oder Ebene ruht.

Nehmen wir zuerst an, die Lage der Glasröhre in der Fassung und die Konstruktion der Stützen sei derart, daß die Achse AA der Libelle derjenigen Linie oder Ebene, auf der sie steht, und welche horizontal gestellt werden soll, parallel liegt. Dann ist, nach hydrostatischen Gesetzen, die Linie horizontal, sobald die Blase der Libelle die Mitte ihrer Teilung einnimmt, und die Ebene, sobald das gleiche auch in einer zweiten, die erste kreuzenden Linie beobachtet wird.

Die Voraussetzung des Parallelismus von Libellenachse und Unterlage ist aber im allgemeinen nicht genau erfüllt, die Libelle ist nicht justiert. Dann aber wird die Blase die Mitte einnehmen können (einspielen), obwohl die Unterlage nicht horizontal ist (Fig. 23). HH = Horizont. EE = horizontal zu stellende Ebene, abcd = Libelle mit der Achse cd. Diese ist horizontal (und die Libelle spielt ein), wenn sie den gleichen Winkel φ mit der Ebene bildet, wie die Ebene mit dem Horizont. Dreht man aber die Libelle um 180°, „setzt man sie um", so daß die Achse der Libelle aus der Lage cd in die Lage d′c′ übergeht, dann ist die Achse jetzt um 2 φ gegen den Horizont geneigt, und die Blase zeigt eine dem doppelten Winkel 2φ entsprechende Ausweichung aus der Mitte. Nun drehe man die Ebene EE so lange, bis die Ausweichung der Libelle auf die Hälfte zurückgegangen ist; so liegt EE horizontal, die Blase

Fig. 23.

steht aber seitlich von der Mitte, und diese Stellung, und zwar auf den gleichen Teilstrichen, behält sie auch bei, wenn man die Libelle um 180° zurückdreht.

Das Kriterium für die Horizontalität der Linie oder Ebene ist also, daß die Blase in zwei um 180° verschiedenen Stellungen der Libelle die gleichen Teilstriche einnimmt, die aber nicht notwendig die mittleren zu sein brauchen und es tatsächlich auch in den seltensten Fällen sind. Will man dies erreichen (die Libelle justieren), d. h. die Achse der Libelle genau parallel der untergelegten Ebene machen, so wirkt man, nachdem, wie oben gezeigt, die Ebene E horizontal gemacht ist, an den Korrektionsschräubchen der Libelle so lange, bis die Blase genau in die Mitte tritt.

Statt eine Ebene durch Horizontieren erst einer und darauf einer zweiten, sie kreuzenden Richtung horizontal zu stellen, kann man auch zwei kleine Röhrenlibellen fest unter einem Achsenwinkel von 90° mit einander verbinden (Kreuzlibelle) und ihre beiden Blasen gleichzeitig zum Einspielen bringen. Gewöhnlich wird zum (raschen und weniger genauen) Horizontieren von Ebenen die Dosenlibelle gebraucht.

Fig. 24.

Das Gefäß der Dosenlibelle (Fig. 24) ist ein flacher Metall-Zylinder, dessen untere metallische Grundfläche AA (ev. auch nur ein dem Umfang sich anschließender Ring BB) eben geschliffen ist und eine kleine Oeffnung zum Einfüllen der Flüssigkeit trägt. Oben ist der Zylinder durch ein auf der Unterfläche sphärisch geschliffenes Glas CC geschlossen. Der durch die Mitte des Glasdeckels gehende Kugelradius DD soll auf der unteren Grundfläche des Zylinders senkrecht stehen. Dann muß die Blase in der Mitte des Glasdeckels als in dem höchsten Punkte sich befinden, sobald die Libelle auf horizontaler Fläche steht. Um diesen Mittelpunkt sind meist einige konzentrische Kreise auf dem Glasdeckel gezeichnet. Eine Dosenlibelle prüft man, indem man sie auf eine mit Röhrenlibelle gut horizontal gestellte, vollkommen ebene Fläche setzt. Wenn dann die Mitte der Blase in den Mittelpunkt des Deckels gebracht ist, so muß sie diese Stellung beim Drehen und Versetzen der Libelle auch beibehalten. Die Größe des Kugelradius beträgt etwa 1 m, und da die Empfindlichkeit einer Libelle mit abnehmender Länge des Radius abnimmt, so ist sie bei den Dosenlibellen viel geringer, als bei den Röhrenlibellen, wo der Radius des Kreisbogens oft bis auf mehr als 100 m gebracht wird. Unter der Empfindlichkeit versteht man aber den Winkel (in Sekunden), um welchen die Axe der Libelle gegen die Horizontalebene geneigt werden muß, damit die Blase sich um einen Teilstrich verschiebt. Bei Instrumenten, wie sie bei Messungen in Wald und Feld gebraucht werden, haben die Röhrenlibellen niemals eine größere Empfindlichkeit als 20″.

Die Einstellung einer Libellenblase ändert sich bei Erwärmung, namentlich bei einseitiger. Empfindliche Libellen sind deshalb vor Berührung mit der Hand und vor Anhauchen sowie vor direkter Sonnenstrahlung zu bewahren.

c) Die Lupe findet bei geodätischen Instrumenten als Mittel zum Erkennen feiner Teilungen Verwendung. Sie wird so nahe der Teilung angebracht, daß diese innerhalb der Brennweite und ziemlich nahe dem Brennpunkte der Sammellinse oder der Kombination solcher, welche das optische System der Lupe darstellen, zu liegen kommt. Der Abstand der Teilung vom Brennpunkt soll derartig sein, daß das von der Lupe entworfene virtuelle Bild cd der Teilung ab (Fig. 25 S. 110) um die deutliche Sehweite des (der anderen Lupenseite dicht angelegten) Auges von diesem absteht. Die Einschaltung der Lupe zwischen Auge und Teilung ermöglicht also,

die Teilung in eine kleinere Entfernung vom Auge, als die deutliche Sehweite beträgt, zu bringen und sie dadurch unter größerem Sehwinkel α, zugleich aber auch deutlich, zu erblicken.

Fig. 25.

Während so die Lupe bei der Beobachtung solcher Gegenstände benutzt wird, die dem Auge beliebig nahe gebracht werden können, dient das Fernrohr dem Zweck, entfernte Gegenstände, deren Abstand vom Beobachter nicht beliebig verkürzt werden kann, vergrößert und deutlich zu sehen.

d) Das Fernrohr der geodätischen Apparate ist ein astronomisches, es besteht also aus einer Sammellinse, dem Objektiv, welches von dem Gegenstand ein reelles umgekehrtes Bild entwirft, und aus dem Okular, einem System von meist zwei Linsen, die wesentlich als Lupe wirken, d. h. von dem ersten, reellen Bild ein virtuelles, also umgekehrt bleibendes, vergrößertes Bild liefern. Dieses soll scharf und farbenfrei sein; zur Erfüllung dieser Bedingungen ist die Zusammensetzung des Objektivs aus zwei Linsen, einer Sammel- und einer Zerstreuungslinse aus verschiedenen Glassorten unumgänglich. Die beiden Linsen, welche das Okular bilden, pflegt man als Kollektivglas und Augenglas zu bezeichnen. Verschiedene Okulare unterscheiden sich durch die Stellung der beiden Linsen zu einander und zum reellen, durch das Objektiv entworfenen Bild: beim Ramsdenschen Okular liegt dieses Bild vor dem Kollektivglas und wird durch das System von Kollektiv- und Augenglas wie durch eine Lupe betrachtet, beim Huyghens (oder Campani)schen Okular dagegen liegt das Kollektivglas vor dem Vereinigungspunkt der vom Objektiv kommenden Strahlen, das reelle Bild kommt erst zwischen Kollektiv- und Augenglas zustande und wird nur durch das Augenglas als Lupe betrachtet.

Die Objektivlinse befindet sich fest am einen Ende eines kreiszylindrischen Metallrohrs, in welchem verschiebbar ein zweites mit den Okularlinsen steckt. Von diesen sitzt die Kollektivlinse fest, die Augenlinse kann wenig verschoben werden. Beide Rohre sollen konaxial sein, auf ihrer gemeinsamen Achse sollen die Krümmungsmittelpunkte sämtlicher Linsenflächen liegen (Zentriertes Linsensystem).

Die Okularröhre ist gegen die Objektivröhre so lange zu verschieben, bis das letzte (virtuelle) Bild deutlich gesehen wird, d. h. in die deutliche Sehweite des Beobachters fällt.

Zum Meßfernrohr wird das astronomische Fernrohr erst durch Einschaltung eines Fadenkreuzes, das im einfachsten Fall aus zwei auf einen Metallrahmen aufgespannten und sich in dessen Mittelpunkt kreuzenden Spinnwebefäden — statt dieser können auch zwei auf ein dünnes Glasplättchen eingerissene Linien dienen — besteht. Das Fadenkreuz wird an der Stelle angebracht, wo das reelle Bild entsteht, also beim Ramsdenschen Okular vor, beim Huyghensschen hinter der Kollektivlinse. Da das Huyghenssche Okular bei geodätischen Instrumenten weitaus häufiger verwendet wird, so beziehen wir uns im folgenden auf dieses allein.

Nach Anbringung des Fadenkreuzes ist nun eine Ziel-(Abseh-, Visier-)Linie festgelegt, nämlich die durch den Schnittpunkt der Fäden und den optischen Mittelpunkt des Objektivs gehende Gerade. Derjenige Punkt des Gesichtsfeldes gilt als der anvisierte, welcher vom Fadenkreuzschnittpunkt gedeckt wird, und dessen Bild keine Verschiebungen gegen diesen erleidet, wenn das Auge des Beobachters sich senkrecht zur Ziellinie vor dem Okular hin und her bewegt. Ein „Tanzen“ von Bild und Fadenkreuz würde eine scharfe Visur unmöglich machen, seine Ursache liegt darin, daß

die virtuellen, vom Augenglas entworfenen Bilder des Gegenstandes und des Fadenkreuzes sich in *verschiedener* Entfernung vom Auge befinden. Es hört auf, und man sieht zugleich Gegenstand und Fadenkreuz scharf und deutlich, wenn *beide* Bilder in der deutlichen Sehweite des Auges liegen.

Man verfahre deshalb so, daß man zuerst ein scharfes Bild des Fadenkreuzes — — indem man das Fernrohr nach dem Himmel oder einer weißen Wand richtet — mittelst kleiner Verschiebung der Okularlinse (manchmal ist statt dieser auch der Fadenkreuzrahmen ein wenig verschiebbar) herstellt. Ein scharfes Bild des Gegenstands erhält man sodann durch Verschiebung des ganzen Okularrohrs, während man sich durch Bewegen des Auges zugleich überzeugt, daß Gegenstand und Fadenkreuz nicht tanzen.

Da der Schnittpunkt der beiden Fäden ein kleines Objekt leicht zu stark verdeckt, so verwendet man wohl auch *drei* sich unter 60° schneidende Fäden, die ein kleines gleichseitiges Dreieck in der Mitte als Visierfläche frei lassen; oder man zieht *zwei* Fäden sehr nahe einander parallel und läßt sie durch einen dritten Faden (oder durch zwei nahe und parallele Fäden, so daß ein kleines Rechteck in der Mitte liegt) schneiden. Werden außer den zwei sich kreuzenden Fäden noch zwei weitere in größerem und gleichem Abstande von dem einen Faden des Kreuzes und diesem parallel eingezogenen, so kann diese Anordnung zur Distanzmessung benutzt werden (s. § 20).

§ 16. *Der Theodolit.* a) *Konstruktion.* Der zur Messung gestellte Winkel ist im allgemeinen ein schiefer, d. h. seine Ebene liegt weder horizontal noch vertikal. Eine genaue Messung eines schiefen Winkels läßt sich aber direkt nur schwer ausführen (etwa mit dem Sextant) und wird auch fast nie verlangt. Was man wissen will, ist vielmehr die Projektion des schiefen Winkels bac $= \alpha$ Fig. 26 auf eine Horizontal- oder auf eine Vertikalebene. Wir denken uns durch jeden der Schenkel ab und ac eines Winkels α die Vertikalebene gelegt. adbe liege in der Ebene des Papiers, afce hinter derselben, afd ist die durch den Winkelscheitel a gelegte Horizontalebene. Der Winkel β der beiden Vertikalebenen ist dann die *Horizontal*projektion des Winkels α, d. h. der Winkel, um welchen ich die Vertikalebene afce des einen Winkelschenkels ac um die durch den Scheitel gehende Vertikallinie ae drehen muß, damit sie in die Ebene adbe des anderen Schenkels ab fällt. In dessen Vertikalebene nimmt der Schenkel ac nun die Lage ag ein. Der zwischen ag und ab liegende Winkel γ ist die Projektion des Winkels α auf die *Vertikal*ebene. Durch Angabe der beiden Projektionen β und γ ist, wenn die Lage des einen Winkelschenkels gegeben, die des andern im Raume vollkommen bestimmt. Der Theodolit gestattet die Messung von β und von γ in der vollkommensten Weise, ist also eingerichtet zum Messen von Horizontalwinkeln β wie zur Messung von Höhenwinkeln (Winkeln über oder unter dem Horizont) ε und δ, deren Differenz $\varepsilon - \delta = \gamma$ ist. Manchmal fehlt indessen die Vorrichtung zum Messen der Höhenwinkel, der (auch sonst einfacher gebaute) Theodolit dient dann ausschließlich zu Messungen im Horizont. Der vollständige Theodolit aber besitzt *zwei* geteilte Kreise, einen, welcher bei den Messungen genau horizontal steht und deshalb Horizontalkreis oder Limbus heißt, und einen anderen, dessen Ebene auf der des ersten senkrecht steht, den Vertikal- oder Höhenkreis. Zu diesen beiden Kreisen

tritt als wesentlicher Bestandteil des Theodolits ein Fernrohr mit Fadenkreuz zum Anvisieren der Winkelschenkel.

Diese wesentlichen sowie die Nebenteile (Libellen, Nonien etc.) werden von einem metallischen Unterbau getragen, der auf drei mit Stellschrauben ausgerüsteten Füßen steht. Der Horizontalkreis (Limbus) liegt der oberen Fläche dieses Unterbaus auf, senkrecht zu dessen vertikaler Symmetrieachse. Innerhalb des Limbus liegt, dicht an diesen anschließend, der Zählkreis, die Alhidade, welche an ihrem Umfang den Nonius (meist sind es zwei, diametral gegenüberstehende) trägt. Sie ist drehbar um eine durch ihren (und des Limbus) Mittelpunkt gehende und auf deren Flächen senkrecht stehende Achse, welche zugleich die vertikale Symmetrieachse des Unterbaues ist. Bei neueren Theodoliten liegen häufig die Kreisteilung des Limbus und die Nonien der Alhidade auf dem nur wenig gegen den Horizont geneigten Mantel eines Kreiskegels, um dessen Achse dann die Drehung der Alhidade erfolgt. Diese Einrichtung erleichtert das Ablesen der Teilung.

Die Alhidade ist gegen den Limbus festzustellen mittelst einer Bremsschraube, nach deren Anziehen eine Feinschraube (Mikrometerschraube) noch eine geringe Drehung gestattet.

Liegt der Limbus fest, und ist nur die Alhidade (mit allem, was sie trägt) drehbar, so nennt man den Theodoliten einen einfachen, ist aber auch der Limbus in seiner Ebene drehbar, so heißt das Instrument Repetitionstheodolit.

Auf der Alhidadenfläche stehen (meist zwei) Stützen als Träger für eine Drehungsachse, welche die der Alhidade senkrecht durchschneidet. An ihr sitzt das Fernrohr, mit seiner Absehlinie senkrecht auf der Drehungsachse. Wenn also die Drehungsachse der Alhidade genau vertikal gestellt ist, so hat dadurch die Drehungsachse (Kippachse) des Fernrohrs eine genau horizontale Lage erhalten.

Fest mit der Kippachse verbunden und zu ihr senkrecht ist der Vertikal-(Höhen-) Kreis. Beim Kippen des Fernrohrs schleift er an zwei feststehenden Nonien. (Das ist die gewöhnliche Einrichtung; seltener verhält es sich ebenso wie am Horizontalkreis, wo die Nonien drehbar waren gegen den festgestellten Limbus.) Der Höhenkreis ist gegen seine Alhidade durch Bremsschraube festzustellen, gestattet aber danach mittelst Feinschraube noch geringe Drehungen zwecks genauester Einstellung des Fadenkreuzes auf das anvisierte Objekt.

Bei den meisten Instrumenten ist das Fernrohr zwischen den die Kippachse tragenden Stützen derart angebracht, daß der Schnittpunkt von vertikaler und horizontaler Drehungsachse auch ein Punkt der Fernrohrachse (Absehlinie) ist. Das ist ja auch die der ganzen Idee des Theodolits zugrunde liegende Anordnung.

Wenn aber ein Winkelschenkel gegen den Horizont sehr stark geneigt ist, so wird das Blicken in das Fernrohrokular schwierig und bei kurzem, nicht über den Limbus hinausragenden Fernrohr geradezu unmöglich. Man hilft sich dadurch, daß man (Fig. 27) vor die Okularlinse ein kleines rechtwinklig-gleichschenkliges Glasprisma setzt, dessen Hypotenuse das Bild des Gegenstands schräg nach oben reflektiert. Man kann aber auch zur Vermeidung der genannten Schwierigkeit das Fernrohr, statt in der Mitte, an dem einen Ende — an dem andern befindet sich der Höhenkreis — der Kippachse so anbringen, daß auch bei den steilsten Winkelschenkeln der Limbus die Beobachtung nicht stört. Immerhin bleibt auch bei dieser exzentrischen Montierung des Fernrohrs das Hineinsehen bei großem Elevationswinkel sehr unbequem, und deshalb verzichtet man auch dann nicht gern auf Vor-

Fig. 27.

setzung eines total reflektierenden Prismas vor das Okular oder auch auf Einschaltung des Prismas zwischen Objektiv und Okular, so daß das Fernrohr eine gebrochene Gestalt erhält. Ein exzentrisches Fernrohr läßt sich um die Kippachse ganz herumdrehen, ohne daß, wie bei zentrischer Anordnung, besonders hohe Achsenträger nötig wären. Diese „Durchschlagbarkeit" des Fernrohrs ist aber zum Zweck der leichten Erkennung, Beseitigung oder Eliminierung von kleinen Konstruktionsfehlern des Theodolits sehr erwünscht. Man nennt deshalb ein durchschlagbar konstruiertes Instrument einen „Kompensations"-Theodolit.

b) Aufstellung und Prüfung. Der Theodolit wird auf einem festen Stein, welcher den Scheitelpunkt des zu messenden Winkels enthält, meist aber auf einem transportablen Stativ aufgestellt und dann mittelst Senkels auf den unter dem Stativ liegenden Scheitel eingelotet. Bei den niederen geodätischen Messungen bildet das letztere die Regel. Das Stativ besteht aus einem kreisrunden Tischchen, das in der Mitte weit durchbrochen ist und von (gewöhnlich) drei, gleich abstehenden, tangential am Tischchen drehbaren Beinen getragen wird. Der Theodolit wird auf das Tischchen gestellt und mittelst eines mit Schraubengewinde versehenen Fortsatzes seiner Vertikalachse, welche durch die Durchbohrung des Tischchens gesteckt wird, federnd mit dem Stativ verbunden. Das Tischchen soll, wenn der Scheitelpunkt des Winkels vertikal unter der durchbrochenen Fläche liegt, und die Beine des Stativs fest in den Erdboden eingedrückt sind, eine nach Augenmaß ungefähr horizontale Lage haben. Die Verbindung des Instruments mit dem Stativ soll nur eine lockere sein, bevor nicht die Drehungsachsen des Instruments mittelst der Libellen genau vertikal bezw. horizontal gemacht sind.

Diesem Zweck dienen gewöhnlich zwei Libellen: Die eine, eine Dosenlibelle, sitzt zwischen den Fernrohrträgern auf der Alhidade auf und gestattet bei Drehung der Fußschrauben des Dreifußes eine annähernde Horizontierung herbeizuführen. Die andere, eine Röhrenlibelle von größerer Empfindlichkeit, ist meist an einer der Fernrohrstützen befestigt, sie führt dann den Namen Alhidadenlibelle. Mit ihr erreicht man, nachdem die Dosenlibelle zum Einspielen gebracht ist, die vollkommene Horizontierung auf folgende Art: Die Röhrenlibelle wird mit ihrer Achse etwa parallel zur Verbindungslinie zweier Fußschrauben gestellt und dann durch Drehen an beiden die Blase zum ungefähren Einspielen gebracht. Dreht man nun um die Vertikalachse um 2 R (Umsetzen der Libelle), so sollte die Blase auf den gleichen Teilstrichen bleiben. Tut sie dies nicht, so ist die Hälfte des entstandenen Ausschlags mittelst der Fußschrauben zu beseitigen; nun ist die Alhidadenebene in der Richtung der Libelle horizontal. Um auch die zu ihr senkrechte Richtung und damit die Ebene überhaupt horizontal (und also ihre Drehungsachse vertikal) zu machen, stellt man jetzt die Libellenachse senkrecht gegen die Verbindungslinie der beiden Fußschrauben, bringt die Blase durch Drehen allein an der dritten Fußschraube zum ungefähren Einspielen, dreht um 2 R und korrigiert durch Drehen an der dritten Fußschraube die Hälfte des entstandenen Ausschlags. Darauf geht man nochmals in die erste Stellung (Libellenachse parallel der Verbindungslinie der ersten beiden Fußschrauben) zurück und berichtigt einen etwa entstandenen Ausschlag der Blase. Wenn man jetzt langsam um 4 R dreht, so darf die Blase ihren Stand nicht im geringsten ändern. Nimmt die Blase hierbei nicht nahe die Mitte der Teilung ein, so drehe man an den Korrektionsschrauben der Libelle, bis dies eintritt. Damit ist auch die Libelle „justiert", d. h. ihre Achse genau senkrecht zur Drehungsachse. Nachdem nun die Alhidade (und der Limbus) horizontal, ihre Drehungsachse vertikal gestellt ist, soll bei richtiger Konstruktion des Instruments zugleich die Kippachse

in *horizontaler* Lage sein. Das wird geprüft durch Einstellen des Fernrohrs auf eine lange vertikale Linie (Senkel, Hauskante) und Kippen des Fernrohrs. Bleibt hierbei das Fadenkreuz fortwährend auf dem Senkelfaden, so beschreibt die Absehlinie eine vertikale Ebene, die Kippachse ist also horizontal. Weicht das Fadenkreuz beim Kippen mehr und mehr vom Senkelfaden ab, den es an einem Ende gedeckt hatte, so läßt sich bei besseren Instrumenten mittelst Korrektionsschräubchen die Lage der Kippachse verbessern. Dieser Prüfung hat jedoch eine andere vorherzugehen (s. später), durch welche festgestellt wird, daß Absehlinie des Fernrohrs und Kippachse aufeinander *senkrecht* stehen, daß also beim Kippen wirklich eine *Ebene* und nicht eine Kegelfläche beschrieben wird.

Manchmal ist auch die Röhrenlibelle als Reiterlibelle auf die Kippachse aufgesetzt, diese also direkt horizontal zu stellen. Man verfährt dann so, daß zuerst die Libelle in bekannter Weise durch Umsetzen auf der Kippachse selbst berichtigt wird, so daß diese der Libellenachse parallel ist. Dann stellt man die Alhidade im ganzen ziemlich horizontal und dreht sie nun aus einer Stellung, in der die Kippachse zwei Fußschrauben parallel war und die Blase einspielte, um 2 R. Den entstehenden Ausschlag, welcher teils von Nichthorizontalität der Kippachse, teils von ihrer nicht genau senkrechten Lage gegen die Vertikalachse herrührt, bringt man zur einen *Hälfte* mittelst der Korrektionsschräubchen der Kippachse, zur anderen mittelst der Fußschrauben fort. Schließlich wird die Alhidade um 1 R gedreht, und der entstehende Libellenausschlag nur durch die dritte Fußschraube beseitigt. Jetzt ist die Kippachse horizontal und die Alhidadenachse vertikal.

Die Prüfung auf die Rechtwinkligkeit der Absehlinie (Zielachse) zur Kippachse (s. oben) erfolgt entweder so, daß man — wenn dies überhaupt möglich ist — die Kippachse samt Fernrohr in den Lagern bei geklemmter Drehung um die Vertikalachse umlegt und nachsieht, ob ein vorher angezielter Punkt auch nach dem Umlegen noch einsteht. Wenn das nicht der Fall ist (Fig. 28), so liest man am Horizontalkreise ab, stellt dann von neuem auf den anvisierten Punkt ein, liest wieder ab und dreht um die Hälfte β des Unterschieds 2β der beiden Ablesungen wieder zurück. Nun verlegt man die Zielachse durch seitliche Verschiebung des Fadenkreuzes so lange, bis dasselbe den Punkt deckt, also der Winkel $\alpha = 1$ R geworden ist.

Fig. 28.

Bequemer ist die Prüfung, wenn (bei genügend hohen Stützen) das Fernrohr durchgeschlagen werden kann, auch ohne aus seinen Lagern gehoben zu werden. Infolge Durchschlagens kommt die Zielachse (Fig. 29) aus Lage I in Lage II. Man liest am Horizontalkreis ab und dreht die Alhidade genau um 2 R (Lage III). Die Zielachse weicht jetzt um den doppelten Fehler 2β von ihrer Anfangslage ab usw., wie vorher schon beschrieben.

Fig. 29.

Beide Verfahren erfordern nicht die Aufstellung des Instruments im Felde, es genügt ein Fenster mit freiem Ausblick. Ist aber der Theodolit im Felde aufgestellt, so kann man auch in der Zielachse II einen Absteckstab errichten und braucht jetzt nur nachzusehen, ob dieser mit dem zuerst anvisierten Punkt und der Vertikalachse des Instruments in einer geraden Linie liegt.

Eine vollkommene Beseitigung der Instrumentenfehler

ist aber unmöglich, ein kleiner Fehlerrest bleibt auch bei der besten Konstruktion und nach der sorgfältigsten Berichtigung immer noch zurück, und deshalb ist es wichtig zu bemerken, daß sowohl der Zielachsenfehler als auch der aus mangelhafter Horizontalität der Kippachse entstehende aus den Messungen herausfällt, wenn man die Horizontalprojektion des Winkels in beiden Fernrohrlagen, d. h. auch mit durchgeschlagenem und um 2 R um die Vertikalachse gedrehtem Fernrohr mißt und aus beiden Werten das arithmetische Mittel nimmt.

Anders steht es mit dem aus nicht genau senkrechter Stellung der Vertikalachse (infolge mangelhafter Beobachtung des Stands der Alhidadenlibelle) entspringenden Fehler. Dieser ist durch Durchschlagen nicht zu eliminieren, und deshalb muß bei der Aufstellung des Theodolits die Alhidadenlibelle immer besonders genau zum Einspielen gebracht werden.

Dagegen dient die Messung des Winkels in beiden Fernrohrlagen auch zur Eliminierung zweier Konstruktionsfehler, nämlich der Exzentrizität des Fernrohrs und derjenigen der Alhidade. Der erstere Fehler ist vorhanden, wenn die Vertikaldrehungsachse die Zielachse nicht trifft, er findet sich also im stärksten Maße bei Anbringung des Fernrohrs am einen Ende der Kippachse.

Unter dem zweiten Fehler versteht man den Abstand, welchen das Zentrum des Limbus von der Drehungsachse der Alhidade etwa besitzt. Der Einfluß dieses Fehlers auf die Winkelmessung ist ziemlich groß, bei einem Abstand von nur 0,1 mm und einem Kreisdurchmesser von 100 mm beträgt er bereits 3′26″. Indessen wird der Fehler, wie gesagt, mittelst Durchschlagens eliminiert, aber auch durch Ablesung an zwei diametral gegenüberliegenden Nonien. Er würde also nur dann schädlich wirken, wenn das Instrument (wie z. B. manche Höhenwinkelmeßinstrumente von geringerer Genauigkeit) keinen Vollkreis hätte.

Im Zusammenhange sei hier gleich bemerkt, daß ein Exzentrizitätsfehler der Alhidade sich natürlich auch beim Höhenkreise finden kann und dort in der gleichen Weise, wie beim Horizontalkreis, nämlich durch Messung des Höhenwinkels in beiden Fernrohrlagen oder durch Ablesung zweier Nonien eliminiert wird. Das Durchschlagen des Fernrohrs beseitigt hier noch einen anderen Fehler, den Kollimationsfehler des Höhenkreises. Er besteht im Nichtzusammenfallen des Nonius-Nullstrichs mit dem der Kreisteilung trotz horizontaler Lage der Zielachse. Der wahre Höhenwinkel eines anvisierten Punkts wird dann als das arithmetische Mittel der in den beiden Fernrohrlagen gemessenen Höhenwinkel erhalten.

Von der Fehlerfreiheit der Limbusteilung überzeugt man sich, indem man den Nonius über die Kreisteilung hinführt und prüft, ob er überall genau gleich viele Teile des Limbus bedeckt. Hierbei leistet die Ueberteilung des Nonius gute Dienste. Bei einer Winkelmessung kann man kleine Ungenauigkeiten der Limbusteilung eliminieren, wenn man die Messung öfters, aber jedesmal auf anderen Stellen des Limbus wiederholt. Das dazu nötige Verschieben des Theodoliten auf dem Stativ (und jedesmalige Horizontieren) erspart man, wenn auch der Limbus drehbar, das Instrument ein ,,Repetitionstheodolit" ist. Vorteilhafter wendet man aber dann das Repetitionsverfahren statt der wiederholten einfachen Winkelmessung an. Man stelle nämlich bei festem Limbus auf den Zielpunkt L im linken Winkelschenkel ein, Ablesung A_0. Stelle ebenso auf den rechtsseitigen Zielpunkt R ein, Ablesung A_1. Nun drehe man den Limbus samt der daran festgeklemmten Alhidade zurück, bis wieder L einsteht, wobei also die Ablesung am Nullstrich der Alhidade gleich A_1 bleibt. Weiter stelle man bei festem Limbus nach Lösung der Alhidade von ihm das Fernrohr wieder auf R ein, Ablesung A_2, dann bei festgeklemmter Alhidade zurück

auf L, Ablesung A_2 usw. Nach n-maliger Wiederholung des Verfahrens — Ablesungen $A_0\, A_1\, A_2 \ldots A_n$ — hat man folgende Werte des Winkels α

$$\alpha_1 = A_1 - A_0$$
$$\alpha_2 = A_2 - A_1$$
$$\alpha_3 = A_3 - A_2$$
$$\text{———————}$$
$$\alpha_n = A_n - A_{n-1}$$

und durch Summierung dieser Gleichungen

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_n = A_n - A_0$$

$$n \,.\, \alpha = A_n - A_0, \text{ wo } \alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_n}{n}$$

$$\alpha = \frac{A_n - A_0}{n}.$$

Das arithmetische Mittel α aller $\alpha_1\, \alpha_2 \ldots \alpha_n$ hängt also nur von den Ablesungen A_0 und A_n ab, und deshalb kann man die Zwischenablesungen $A_1 \ldots A_{n-1}$ ganz fortlassen. Nur die Ablesung A_1 macht man gewöhnlich, um sofort einen Wert des Winkels zu haben. Die Winkelmessung durch Repetition liefert ein um so genaueres Resultat, verglichen mit dem durch einfache Wiederholung der Messung erreichbaren, je mehr der Einstellungsfehler dem Ablesungsfehler nachsteht. Und jener ist in der Tat geringer als dieser. Zudem spart man bei der Repetition die Zwischenablesungen, weshalb die Messung rascher von statten geht.

§ 17. Koordinatenrechnung. Bei der Stückvermessung schon (§ 12) wurde die Lage eines Punkts in der Ebene durch zwei Koordinaten bestimmt. Dort waren es rechtwinklige Koordinaten, hier besprechen wir außer diesen noch das System der Polarkoordinaten. Beide Systeme verlangen zunächst die Festlegung eines Punkts, des Anfangspunkts O.

Im rechtwinkligen Koordinatensystem ziehen wir durch O (Fig. 30) zwei aufeinander senkrechte Gerade, die Koordinatenachsen, von denen die eine Abszissenachse X, die andere Ordinatenachse Y heißt. Durch den zu bestimmenden Punkt P werden Parallelen zu ihnen bis zum Durchschnitt mit den Achsen gelegt. Die Abstände der Schnittpunkte vom Anfangspunkt heißen Abszisse x und Ordinate y. x und y zusammen heißen die Koordinaten von P, beide können entweder positiv oder negativ sein. Man bezeichnet die Achsen in der einen Richtung vom Anfangspunkt aus als positive, in der entgegengesetzten als negative, und zwar wird fast überall im deutschen Reiche als positive Abszissenachse die Richtung nach Nord und als positive Ordinatenachse die Richtung nach Ost genommen. Bei dieser Festsetzung geht die positive X-Richtung durch eine Drehung um 90° in der Richtung der Uhrzeigerbewegung in die positive Y-Richtung über. Bezeichnen wir die vier Quadranten, durch welche die X-Achse bei dieser Drehung der Reihe nach hindurchgeht, mit I bis IV, so ist demnach

Fig. 30.

im I.	II.	III.	IV. Quadranten
x pos.	x neg.	x neg.	x pos.
y pos.	y pos.	y neg.	y neg.

Das Polarkoordinatensystem (Fig. 31) enthält eine durch den Anfangspunkt gezogene Achse, welche gewöhnlich die Richtung nach (astronomisch oder magnetisch) Nord hat. Die Entfernung s des Punkts P vom Anfangspunkt heißt

der R a d i u s v e k t o r und der Winkel α, um welchen man in der Uhrzeigerrichtung die Achse drehen müßte bis zum Zusammenfallen mit dem Radiusvektor, das A z i m u t. Durch Angabe dieser beiden Größen ist die Lage des Punkts P in der Ebene vollkommen bestimmt. Dabei ist s stets positiv anzunehmen, α hat Werte zwischen 0^0 und 360^0.

Fig. 31.

Wenn die Anfangspunkte beider Koordinatensysteme zusammenfallen, und die Achse des Polarsystems sich mit der positiven Richtung der X-Achse deckt, so bestehen (Fig. 32) folgende einfache Beziehungen zwischen den rechtwinkligen und den Polar-Koordinaten eines Punkts:

$$\cos\alpha = \frac{x}{s} \qquad \sin\alpha = \frac{y}{s} \qquad tg\alpha = \frac{y}{x}$$

$$s = \sqrt{x^2 + y^2} = \frac{x}{\cos\alpha} = \frac{y}{\sin\alpha}.$$

Fig. 32.

Diese Gleichungen haben für beliebige Lage des Punkts Gültigkeit, sobald man nur die Vorzeichen der Parallelkoordinaten und der goniometrischen Funktionen berücksichtigt. Die Gleichung $tg\alpha = \frac{y}{x}$ liefert aus gegebenen y und x zunächst z w e i Werte für α, da ihr auch $\alpha \pm 180^0$ genügt. Aber nach den Gleichungen für s, welches stets positiv ist, muß x das Vorzeichen von $\cos\alpha$ und y das von $\sin\alpha$ besitzen, und deshalb liegt

α	im	I.	II.	III.	IV.	Quadr.
wenn $\frac{y}{x}$	das Vorzeichen	$\frac{+}{+}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{-}{-}$	$\frac{-}{+}$	hat.

Wenn von z w e i Punkten P_1 und P_2 (Fig. 33) die Koordinaten gegeben sind, so berechnet sich ihre Entfernung s_{12} und deren Azimut α_{12} folgendermaßen:

a) Gegeben die rechtwinkligen Koordinaten $x_1 y_1$ und $x_2 y_2$.

$$tg\alpha_{12} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$s_{12} = \sqrt{(x_2 - x_1)_2 + (y_2 - x_1)^2} = \frac{x_2 - y_1}{\cos\alpha_{12}} = \frac{y_2 - y_1}{\sin\alpha_{12}}.$$

Fig. 33.

b) Gegeben die Polarkoordinaten $s_1 \alpha_1$ und $s_2 \alpha_2$.

$$s_{12} = \sqrt{s_1{}^2 + s_2{}^2 - 2 s_1 s_2 \,.\, \cos(\alpha_2 - \alpha_1)}$$

$$tg\alpha_{12} = \frac{s_2 \,.\, \sin\alpha_2 - s_1 \,.\, \sin\alpha_1}{s_2 \; \cos\alpha_2 - s_1 \,.\, \cos\alpha_1}.$$

α_{12} ist das Azimut der Richtung P_1 nach P_2, das Azimut von P_2 nach P_1 unterscheidet sich von diesem um 180^0 und würde durch $\alpha_{21} = \alpha_{12} + 180^0$ zu bezeichnen sein.

Ist umgekehrt die Strecke $P_1 P_2$ durch s_{12} u n d α_{12} g e g e b e n, so kann man die D i f f e r e n z e n d e r r e c h t w i n k l i g e n K o o r d i n a t e n von P_1 und P_2 berechnen aus den Gleichungen

$$x_2 - x_1 = s_{12} \,.\, \cos\alpha_{12} \qquad\qquad y_2 - y_1 = s_{12} \,.\, \sin\alpha_{12}$$

Die Vorzeichen dieser Koordinatendifferenzen sind durch die des cos und sin bestimmt. Sind außer s_{12} und α_{12} auch die rechtwinkligen Koordinaten eines der beiden Punkte z. B. von P_1 mit $x_1 y_1$ gegeben, so folgen die des anderen (P_2) aus den Gleichungen

$$x_2 = x_1 + (x_2 - x_1) \qquad\qquad y_2 = y_1 + (y_2 - y_1)$$

§ 18. **Aufnahme eines geschlossenen Polygons mit dem Theodolit.** Das Polygon (Fig. 34) besitze nur mäßig große Fläche und Seitenzahl. Die Aufnahme des Umfangs erfordert die Messung sämtlicher Polygonwinkel mit dem Theodolit und die Messung sämtlicher Seiten mit Meßlatten oder Stahlband. Letztere wird, um grobe Fehler auszuschließen, zweimal gemacht. Die Winkelmessung soll in beiden Fernrohrlagen geschehen. Hierbei gehe man um das Polygon der Richtung des Uhrzeigers entgegengesetzt herum und stelle das Fernrohr zuerst auf den Endpunkt des linken, dann auf den des rechten Winkelschenkels ein — wobei der Standpunkt des Beobachters außerhalb des Polygons gedacht ist. Die gemessenen Winkel liegen dann im *Innern* des Polygons.

Der Endpunkt eines Winkelschenkels wird durch einen Absteckstab bezeichnet, der neben das im Eckpunkt des Polygons stehende Signal und zwar jedesmal in Richtung der Visur gesteckt wird. Um von dem Fehler nicht genau vertikaler Stellung des Absteckstabs möglichst unabhängig zu sein, visiert man den Stab so tief als möglich an. Der Vertikalfaden des Fadenkreuzes werde auf die Stabachse eingestellt. Neben sehr guter Horizontierung des Theodolits ist für genaue Einsenkelung seiner Vertikalachse auf den Eckpunkt des Polygons Sorge zu tragen und zwar um so mehr, je kürzer die Polygonseiten sind.

Das Aufschreiben der Ablesungen am Horizontalkreis — es handelt sich nur um die Bestimmung der *Horizontal*projektion des Polygons — geschehe mit großer Sorgfalt, namentlich werden die Fernrohrlagen und die Nummern der beiden Nonien genau unterschieden. Man notiere etwa folgendermaßen:

Polygonpunkt (Station) Nr. 3.

	Winkelschenkel	Links (Nr. 2)	Rechts (Nr. 4)	Differenz
1. Fernrohrlage	I. Non.	320°45′0″	322°57′20″	2°12′20″
	II. Non.	140°45′10″	142°57′30″	2°12′20″
2. Fernrohrlage	I. Non.	140°45′20″	142°57′50″	2°12′30″
	II. Non.	320°45′10″	322°57′40″	2°12′30″
			Mittelwert	2°12′25″

Bei Bildung der Differenz ist zu beachten, ob bei der Drehung von links auf rechts der Nonius über Null der Kreisteilung gegangen ist.

Der Mittelwert ist der von den verschiedenen, in § 16 genannten, Fehlern des Theodolits und seiner Aufstellung befreite Winkel.

Nachdem so sämtliche Polygonwinkel gemessen sind, wird ihre Summe genommen und geprüft, ob diese mit der theoretischen Winkelsumme des Polygons sehr nahe übereinstimmt. Diese ist bei einem n-Eck gleich $(n-2)\,2\,R$, und von ihr soll nach den Vermessungsanweisungen die beobachtete Winkelsumme sich um höchstens $1{,}5\sqrt{n}$ Minuten (sexagesimal) oder um $3\sqrt{n}$ Minuten (zentesimal) unterscheiden. Ist die Differenz beider sehr viel größer, so ist sicher ein grober Messungsfehler vorgekommen, welcher aufgesucht werden muß, während bei geringerer Ueberschreitung des obigen Differenzwerts wahrscheinlich die Visuren und Ablesungen nicht mit der nötigen Sorgfalt gemacht sind und deshalb sämtlich wiederholt werden müssen. Erreicht aber die Differenz den genannten Grenzwert nicht, so verteilt man sie gleichmäßig auf sämtliche Winkel und erreicht dadurch Gleichheit der beobachteten Winkelsumme mit der theoretischen.

Die so ausgeglichenen Polygonwinkel können nun zur Berechnung der Azimute der Polygonseiten dienen, wenn das Azimut e i n e r Seite bekannt ist oder anderweitig ermittelt wird. Man kann hierzu entweder die Richtung der Nord-Süd-Linie in einem der Eckpunkte des Polygons auf astronomischem oder magnetischem (§ 19) Wege bestimmen oder aber das gesuchte Azimut aus dem bekannten Azimut einer anderen, nicht dem Polygonumfang angehörigen Linie ableiten (§ 33).

Die Beziehung der Azimute auf den astronomischen (oder magnetischen) Meridian ist aber nur dann notwendig, wenn eine genaue Orientierung des Polygons nach den Himmelsrichtungen oder gegen andere benachbarte Polygone gewünscht wird.

Kommt es dagegen lediglich auf die Kenntnis der Gestalt und der Flächengröße an, so kann man die Lage der Abszissenachse ganz beliebig annehmen, sie z. B. mit einer Polygonseite zusammenfallen lassen.

Es sei also das bekannte Azimut — Anfangsazimut genannt — das der Seite s_{12} gleich α_{12}. Dann ergibt die Betrachtung der Figur 35 folgende Gleichungen:

$$\alpha_{23} = \alpha_{12} + \varphi_2 - 2R$$
$$\alpha_{34} = \alpha_{23} + \varphi_3 - 2R + 4R$$
$$\alpha_{45} = \alpha_{34} + \varphi_4 - 2R$$
$$\alpha_{56} = \alpha_{45} + \varphi_5 - 2R$$
$$\alpha_{61} = \alpha_{56} + \varphi_6 - 2R$$
$$\alpha_{12} = \alpha_{61} + \varphi_1 - 2R.$$

Fig. 35.

Das Azimut einer Polygonseite wird also aus demjenigen der vorhergehenden Seite erhalten durch Addition des zwischen beiden liegenden Polygonwinkels und Subtraktion von 2 R. Fällt das Resultat negativ aus, so werden nochmals 4 R addiert (Gleichung für α_{34}). Die letzte Gleichung für α_{12} muß wieder das gegebene Anfangsazimut liefern, wenn die Rechnung richtig geführt war.

Nun wird aus den gemessenen Polygonseiten und ihren berechneten Azimuten die Abszissen- und Ordinatendifferenz auf einander folgender Eckpunkte mit Hilfe der Gleichungen

$$x_n - x_m = s_{mn} \,.\, \cos\alpha_{mn}, \quad y_n - y_m = s_{mn} \,.\, \sin\alpha_{mn}$$

berechnet. Bedeutet β einen spitzen, im 1. Quadranten liegenden Winkel, so ist

$$\alpha = \beta + \iota \,.\, R, \text{ wo } \iota = 0, 1, 2 \text{ oder } 3.$$

Es ist dann für

$\iota = 0 \quad \alpha {> 0 \atop < 1R}$	$\cos\alpha = +\cos\beta$	$\sin\alpha = +\sin\beta$
$\iota = 1 \quad \alpha {> 1R \atop < 2R}$	$\cos\alpha = -\sin\beta$	$\sin\alpha = +\cos\beta$
$\iota = 2 \quad \alpha {> 2R \atop < 3R}$	$\cos\alpha = -\cos\beta$	$\sin\alpha = -\sin\beta$
$\iota = 3 \quad \alpha {> 3R \atop < 4R}$	$\cos\alpha = +\sin\beta$	$\sin\alpha = -\cos\beta$

Man subtrahiere also von dem Azimut α so viele Rechte, bis ein spitzer Winkel β übrig bleibt. Von diesem nehme man, je nachdem α im 1., 2., 3. oder 4. Quadranten lag, gemäß der obigen Tabelle den sin oder cos mit dem gehörigen Vorzeichen. Die Berechnung der Produkte erfolgt am besten mit Hilfe einer Koordinatentafel (Defert, Reissig) oder in Ermangelung einer solchen mit einer Logarithmentafel.

Die Richtigkeit der Berechnung wird dadurch kontrolliert, daß die Summe sämtlicher Abszissendifferenzen $(x_2 - x_1) + (x_3 - x_2) + (x_4 - x_3) + \ldots + (x_n - x_{n-1}) + (x_1 - x_n)$,

ebenso wie die aller Ordinatendifferenzen sehr nahe dem theoretischen Wert Null gleich sein muß. Als Folge unvermeidlicher kleiner Fehler bei der Seiten- und Winkelmessung sei nun aber die Summe der Abszissendifferenzen F_x und die der Ordinatendifferenzen F_y. Würde man also (nach Berechnung der Koordinaten selbst aus ihren Differenzen) die Koordinaten in ein Netz eintragen, mit Punkt 1 beginnend und mit Punkt 6 endigend, so würden sich aus den Gleichungen $x_1 - x_6 = s_{61} \cdot \cos \alpha_{61}$ und $y_1 - y_6 = s_{61} \cdot \sin \alpha_{61}$ Werte (x_1' und y_1') für x_1 und y_1 ergeben, die mit den Ausgangswerten x_1 und y_1 der Berechnung nicht übereinstimmen. Das Polygon schlösse sich also bei der Zeichnung nicht (Fig. 36), die Strecke 1′1 ist der lineare Schlußfehler $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$. Er soll nach den Vermessungsvorschriften einen gewissen Grenzwert nicht überschreiten, unter den günstigsten Messungsverhältnissen darf er höchstens gleich sein $0{,}01 \sqrt{4 \Sigma s + 0{,}005 \cdot (\Sigma s)^2}$, unter weniger günstigen darf er $0{,}01 \sqrt{6 \cdot \Sigma s + 0{,}0075 (\Sigma s)^2}$ und unter den ungünstigsten $0{,}01 \sqrt{8 \Sigma s + 0{,}01 \cdot (\Sigma s)^2}$ erreichen, wo Σs die Summe aller Polygonseiten.

Fig. 36.

Daß die Ausdrücke für den Grenzwert des Fehlers nur die Seiten und nicht die Winkel enthalten, besagt, daß die Fehler der Koordinatendifferenzen hier nur als Folge nicht ganz scharfer Streckenmessung betrachtet werden sollen, während die (ausgeglichenen) Winkel als fehlerfreie Größen behandelt werden.

Da der Fehler einer Seitenmessung mit ihrer Länge wächst, so sollte bei der Ausgleichung an derjenigen Koordinatendifferenz die größere Aenderung angebracht werden, welche der längeren Seite zugehört. Gewöhnlich verfährt man aber, bei nicht zu verschiedenen Seitenlängen, so, daß man die Fehler F_x resp. F_y gleichmäßig auf alle Abszissen- resp. Ordinatendifferenzen derart verteilt, daß die Summe aller verbesserten Abszissen- wie Ordinatendifferenzen genau Null wird. Diese verbesserten (ausgeglichenen) Werte der Differenzen werden in die Gleichungen

$$\begin{array}{ll} x_2 = x_1 + (x_2 - x_1) & y_2 = y_1 + (y_2 - y_1) \\ x_3 = x_2 + (x_3 - x_2) & y_3 = y_2 + (y_3 - y_2) \\ \vdots & \vdots \\ x_1 = x_n + (x_1 - x_n) & y_1 = y_n + (y_1 - y_n) \end{array}$$

eingesetzt, und aus ihnen und den gegebenen Werten von x_1 und y_1 der Reihe nach berechnet x_2 y_2, x_3 y_3 usw.

Die letzten Gleichungen müssen, wenn die Rechnung richtig geführt ist, wieder die Ausgangswerte x_1 und y_1 ergeben.

Wenn die Summen $\Sigma (x_{m+1} - x_m)$ und $\Sigma (y_{m+1} - y_m)$ die oben angegebenen Grenzen stark überschreiten, so kann man sicher sein, daß ein grober Fehler bei der Messung der Seiten begangen wurde. Falls nur eine Seite fehlerhaft gemessen sein sollte, berechne man die Koordinaten der Eckpunkte nach den obigen Gleichungen, ausgehend von einem Punkte mit gegebenen oder willkürlich angenommenen Koordinaten ($P_1 \cdot x_1 y_1$, wo z. B. $x_1 = 0$ $y_1 = 0$ gesetzt werden kann). Die letzte Gleichung führt sodann nicht wieder auf $x_1 y_1$ zurück, sondern ergibt Werte $x_1' y_1'$. Das Azimut α_{11}' der Graden $P_1 P_1'$ berechnet sich aus $\operatorname{tg} \alpha_{11}' = \frac{y_1' - y_1}{x_1' - x_1} = \frac{F_y}{F_x}$. Man vergleicht mit α_{11}' die Azimute der Polygonseiten; diejenige ist falsch gemessen, welche das gleiche Azimut α_{11}' oder $\alpha_{11}' \pm 180^0$ besitzt, und die Größe des Fehlers wird durch $\sqrt{(y_1' - y_1)^2 + (x_1' - x_1)^2}$ d. h. durch die Länge $P_1 P_1'$ gegeben.

Auch wenn e i n Polygonwinkel mit einem groben Fehler behaftet ist (cf. S. 118 unten), läßt sich der betreffende Winkel durch Rechnung ermitteln. Man gehe von den beobachteten Winkelwerten — deren Summe bedeutend von der theoretischen Summe abweichen soll — aus, nehme für den Scheitel eines beliebigen unter ihnen, z. B. P_1, beliebige Koordinaten, etwa $x_1=0$ $y_1=0$, und für seinen einen Schenkel ein beliebiges Azimut z. B. $\alpha_{12}=0$ an, berechne damit die Koordinatendifferenzen und weiter die Koordinaten aller Eckpunkte sowohl rechts als links um das Polygon herum. Beide Berechnungsarten werden im allgemeinen verschiedene Werte der Koordinaten ergeben, und nur für e i n e n Punkt werden beide gleich ausfallen. Hier liegt der falsch gemessene Winkel.

Aus den Koordinaten der Eckpunkte berechnet man die Fläche des Polygons und stellt eine Karte desselben her, wie im § 12 schon gezeigt worden ist. Sind die gegebenen Koordinaten des Ausgangspunkts (P_1) groß, so erleichtert man sich die nach den Formeln des § 12 auszuführenden Multiplikationen dadurch, daß man sämtliche Abszissen oder Ordinaten je um die gleiche Zahl kürzt — eine Operation, die geometrisch Parallelverschiebungen der Koordinatenachsen gleichkommt und deshalb die Größe der zu berechnenden Polygonfläche nicht ändert. Man berechnet die Fläche zweimal, jedesmal nach einer anderen Formel, um aus der Uebereinstimmung der Resultate die Gewißheit zu entnehmen, daß kein Rechenfehler begangen wurde.

Fig. 37.

Von der Richtigkeit der — auf Koordinatenpapier ausgeführten — Karte überzeugt man sich, indem man die Entfernung zweier Eckpunkte in den Zirkel nimmt, auf den verjüngten Maßstab überträgt und sie mit der auf dem Felde gemessenen Länge vergleicht. Der Unterschied beider soll 0,3 m nicht überschreiten.

Besitzt das Polygon bei mäßiger Größe eine große Zahl von Seiten, so legt man ein Polygon von geringerer Seitenzahl herum, vermißt dieses mit dem Theodolit und die Randstücke nach der Methode des § 12.

§ 18a. D a s A b s t e c k e n e i n e r S c h n e i s e d u r c h d i c h t e n W a l d. Wir nehmen zuerst an, die Koordinaten der beiden Punkte, welche Anfangs- und Endpunkt der Schneise sein sollen, seien bekannt. Die beiden Punkte p und v (Fig. 37) mögen z. B. Eckpunkte eines Waldpolygons sein, das bereits mit dem Theodolit vermessen ist. Fallen sie (p′ und v′) nicht mit Eckpunkten zusammen, sondern liegen sie zwischen zweien (p und q, resp. v und w), so berechnen sich ihre Koordinaten $x_p'y_p'$ und $x_v'y_v'$ aus den bekannten Koordinaten x_py_p und x_vy_v, aus ihren Abständen L_p' und L_v' von p und v und den Azimuten α_{pq} und α_{vw} der Polygonseiten, auf denen sie liegen, also aus lauter bekannten Größen mittelst der Gleichungen

$$\frac{x_p' - x_p}{L_p'} = \cos\alpha_{pq} \qquad \frac{y_p' - y_p}{L_p'} = \sin\alpha_{pq}$$

$$\frac{x_v' - x_v}{L_v'} = \cos\alpha_{vw} \qquad \frac{y_v' - y_v}{L_v'} = \sin\alpha_{vw}.$$

Aus den Koordinaten der Punkte p und v (oder p′ und v′) berechnet sich dann das Azimut α_{vp} der Verbindungslinie, der Schneise, mittelst

$$\operatorname{tg}\alpha_{vp} = \frac{y_p - y_v}{x_p - x_v}$$

und schließlich wird der Ansatzwinkel der Schneise im Punkte v:

$$\text{Winkel } wvp = \alpha_{vw} - \alpha_{vp}$$

und der Ansatzwinkel im Punkte p

$$\text{Winkel } vpq = \alpha_{pq} - \alpha_{pv} = \alpha_{pq} - (\alpha_{vp} - 2R).$$

Nun bringt man den Theodolit über einen der beiden Schneisenendpunkte, etwa über v, stellt auf w ein und dreht um den Winkel wvp; so steht die Visur in der Richtung vp.

Es möge zweitens eine Vermessung des Waldes, durch welchen die Schneise abgesteckt werden soll, nicht vorliegen.

Man lege einen Polygonzug zwischen den Endpunkten b und f um den Wald herum (Fig. 38), messe die Seiten bc, cd, de, ef, sowie die Brechungswinkel bcd $= \gamma$, cde $= \delta$, def $= \varepsilon$. Zu berechnen sind die Koordinaten des Punkts f.

Wir berechnen zuerst nach § 18 die Azimute der Seiten bezogen auf eine willkürliche Richtung als X-Achse, z. B. die zu bc senkrechte, also Anfangsazimut $\alpha_{bc} = 1R$. Hieraus und aus den Polygonwinkeln γ, δ, ε folgen nach bekannter Regel die Azimute α_{cd}, α_{de}, α_{ef}, aus diesen und den gemessenen Seitenlängen bc, cd, de und ef die Koordinatendifferenzen

$$x_c - x_b \quad x_d - x_c \quad x_e - x_d \quad x_f - x_e$$
$$y_c - y_b \quad y_d - y_c \quad y_e - y_d \quad y_f - y_e$$

und aus ihnen die Koordinaten selbst von c, d, e und f, wenn für die des Punkts b willkürliche Werte, etwa $x_b = 0$, $y_b = 0$ zugrunde gelegt werden. Aus x_f y_f und x_b y_b berechnet sich dann schließlich α_{bf}:

$$\operatorname{tg} \alpha_{bf} = \frac{y_f - y_b}{x_f - x_b} = \frac{y_f}{x_f}$$

und der Winkel, welchen die Durchhiebrichtung bf mit der Seite bc bildet,

$$\text{Winkel } fbc = R - \alpha_{bf}.$$

Die Länge bf ist $\sqrt{x_f^2 + y_f^2}$ oder auch

$$\frac{y_f}{\sin\alpha_{bf}} = \frac{x_f}{\cos\alpha_{bf}}.$$

Ohne Koordinatenrechnung kann endlich die Aufgabe auf folgende Weise (Fig. 39) gelöst werden: Man messe die Seiten bc $= s_1$, cd $= s_2$, de $= s_3$ und ef $= s_4$ und die Polygonwinkel γ, δ, ε. Aus diesen Größen finden wir die Winkel β und φ durch sukzessive Berechnung von:

$$s_5 = \sqrt{s_1^2 + s_2^2 - 2 s_1 s_2 \cdot \cos\gamma}$$

$$\sin\beta_1 = \sin\gamma \cdot \frac{s_2}{s_5} \quad \sin\delta_1 = \sin\gamma \cdot \frac{s_1}{s_5} \quad \delta_2 = \delta - \delta_1$$

$$s_6 = \sqrt{s_5^2 + s_3^2 - 2 s_5 \cdot s_3 \cdot \cos\delta_2}$$

$$\sin\beta_2 = \sin\delta_2 \cdot \frac{s_3}{s_6} \quad \sin\varepsilon_1 = \sin\delta_2 \cdot \frac{s_5}{s_6} \quad \varepsilon_2 = \varepsilon - \varepsilon_1$$

$$s_7 = \sqrt{s_6^2 + s_4^2 - 2 s_6 \cdot s_4 \cdot \cos\varepsilon_2}$$

$$\sin\beta_3 = \sin\varepsilon_2 \cdot \frac{s_4}{s_7} \quad \sin\varphi = \sin\varepsilon_2 \cdot \frac{s_6}{s_7}$$

$$\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = \beta.$$

Somit ist β, φ und $s_7 =$ bf gefunden, die Schneise kann also von b oder von f aus abgesteckt werden, und auch ihre Länge bf ist bekannt.

Die Praxis wird sich in solchen Fällen, in denen die Absteckung gerader Linien zwischen zwei fest gegebenen Endpunkten gefordert wird, vielfach durch *Probieren* helfen, indem eine Linie zunächst nach allgemeiner Orientierung von dem einen Punkt nach dem andern hin durchgesteckt wird, sodaß man mindestens nahe an dem letzteren vorbeikommt. Die Differenz zwischen richtigem und falschem Endpunkt, ausgedrückt durch eine Senkrechte, die von dem ersteren auf die abgesteckte Linie gefällt wird, gibt an, nach welchem Verhältnis zur Länge der letzteren eine Berichtigung stattzufinden hat. Zu diesem Zweck wird bei Absteckung der Probelinie diese alsbald in Stationen von je 20 m Länge eingeteilt und die am Schluß gefundene Differenz auf die einzelnen Stationen verteilt. (Cf. § 7 ε und Fig. 5.)

§ 19. *Die Bussole.* Ein magnetisierter Stahlstab stellt sich, wenn er um eine durch seinen Schwerpunkt gehende Vertikalachse drehbar ist, bei Abwesenheit aller störenden Einflüsse unter der Wirkung des Erdmagnetismus so ein, daß eine Richtung in ihm, seine *magnetische Achse*, eine ganz bestimmte Lage einnimmt, in die sie immer wieder zurückkehrt, so oft sie auch aus ihr (z. B. durch angenäherte Magnete) abgelenkt wurde. Die durch diese Richtung gelegte Vertikalebene heißt die Ebene des *magnetischen Meridians*. Hat der Stahlstab die Form eines sehr gestreckten Stäbchens oder eines Rhombus von geringer Dicke, so spricht man von einer Magnet*nadel*; ihre magnetische Achse bringt man durch passendes Magnetisieren in die Richtung der Stäbchenachse oder der langen Diagonale. Die Drehbarkeit um eine Vertikalachse erreicht man durch Einfügen eines Achathütchens in die Mitte der Nadel und Aufsetzen desselben auf eine kurze scharfe Stahlspitze. Die Enden der Nadel resp. an dieselben angesetzte Zeiger bewegen sich *in* der Ebene (oder auch unmittelbar über ihr) eines geteilten Kreisringes, der mit der Drehungsachse der Nadel konzentrisch ist und nur einen sehr kleinen Zwischenraum zwischen sich und den Nadelenden frei läßt. Schwebt die Nadel resp. ihre Verlängerungen *über* der Kreisteilung, so ist diese am besten aus spiegelndem Glas ausgeführt; man vermeidet dann die Parallaxe bei der Ablesung, indem man den Zeiger mit seinem Spiegelbild zur Deckung bringt.

Tritt zu Magnetnadel und Teilkreis noch eine Vorrichtung zur Herstellung einer Absehlinie, also ein Diopter oder Meßfernrohr, so heißt der Apparat eine *Feld- oder Waldbussole*.

Die Beigabe eines Stativs ist nicht bei allen Formen der Bussole absolut notwendig, und es gibt sogar eine Form (Fig. 40), *Schmalkalders Bussole*, bei der das Stativ durchaus unnötig ist. Hier ist der sehr leicht, z. B. aus Pappe oder Aluminium gearbeitete Teilkreis mit der Nadel fest verbunden, nimmt also an den Schwingungen derselben teil und stellt sich immer mit dem gleichen Durchmesser (0^0—180^0, wo 0^0 am Süd-, 180^0 am Nordende der Nadel liegt) in den magnetischen Meridian ein. Das Diopter sitzt auf dem Rand der Büchse auf und gestattet mittelst eines an der Schauritze angebrachten total reflektierenden Glasprismas zugleich mit dem anvisierten Objekt und dem Diopterfaden auch die Striche der Teilung zu sehen, von denen ein unter dem Prisma liegender mit dem Faden in Deckung zu sein scheint.

Erblickt man den Diopterfaden also auf 0^0, so fällt die Diopterebene mit dem magnetischen Meridian zusammen, man visiert in der Richtung Süd-Nord, und dreht man darauf Büchse und Diopterebene, bis der Faden einen Zielpunkt deckt, wobei er auf α^0 erscheinen möge, so ist α der Neigungswinkel der Visierlinie gegen den magnetischen Meridian, ihr *magnetisches Azimut*. Wenn die Drehung vom magnetischen Meridian aus *rechts* herum erfolgt, also die Azimute in der Richtung der Uhrzeigerbewegung gemessen werden, was im folgenden immer voraus-

gesetzt werden soll, so muß (Fig. 41) auch die Bezifferung des Kreises der Uhrzeigerbewegung folgen.

Fig. 41.

Bei allen anderen, als den Schmalkalderbussolen — die, weil sie zweierlei, Objekt und Teilung, zugleich zu sehen gestatten, den auf der Reflexion und Brechung des Lichts beruhenden Winkelmeßinstrumenten (Winkelspiegel und -Prisma, Prismenkreuz) analog sind und deshalb wie diese den Vorzug haben, keiner festen Aufstellung zu bedürfen — soll die Bezifferung in der entgegengesetzten Richtung laufen (Fig. 42) und 0° am N-Zeichen stehen, d. h. in der Richtung der Visur. Bei ihnen dreht sich auch der Kreis, wenn die Visierlinie gedreht wird, er gleitet an der feststehenden Nadel vorbei. Die neue Einstellung des Nordendes der Nadel ist sofort das magnetische Azimut der Visierlinie, wenn die Bezifferung entgegengesetzt dem Uhrzeiger läuft. Feste Aufstellung der Bussole auf einem Stativ während des Visierens und Ablesens ist für genauere Messungen unerläßlich.

Fig. 42.

Die Ebene des magnetischen Meridians geht in Deutschland durch eine Drehung von im Mittel 10° nach rechts in die des astronomischen über. Der Winkel zwischen beiden Ebenen heißt die magnetische Deklination oder Mißweisung. Diese ist verschieden mit der geographischen Lage, sie beträgt z. B. an der Westgrenze von Deutschland etwa 13°, im äußersten Osten dagegen nur etwa 6°, sie nimmt also mit wachsender geographischer Länge um etwa 0,5° pro Längengrad ab, während ihre Aenderung mit der geographischen Breite, namentlich im mittleren Teil von Deutschland nur klein ist; sie nimmt an demselben Orte langsam mit der Zeit ab und erleidet außerdem periodische Aenderungen im Laufe eines Tages. Während aber diese (säkularen und täglichen) Aenderungen so gering sind und so langsam vor sich gehen, daß sie bei einer Vermessung unbeachtet bleiben können, treten bisweilen — bei Nordlichtern — plötzliche und starke Aenderungen der Deklination auf, die eine zeitweilige Unterbrechung der Messungen nötig machen.

Da die Nadel durch Eisen aus dem magnetischen Meridian abgelenkt wird, so muß erstens der ganze übrige Meßapparat eisenfrei gearbeitet sein, und zweitens darf bei den Messungen kein Eisen in der Nähe der Bussole sich befinden. Sie kann also im besonderen auch nicht zu Messungen auf eisenhaltigem Boden benutzt werden.

Wenn die Visiervorrichtung ein Diopter ist, so steht dasselbe meist zentrisch zur Kreisteilung; ist die Bussole aber mit Fernrohr versehen, so liegt dieses vielfach exzentrisch, am Rande der Büchse. Im übrigen ähnelt die Konstruktion besserer Bussoleninstrumente sehr dem Theodolit, die Bussole ist dann entweder zwischen den Fernrohrstützen auf der Alhidade oder auf ihnen oberhalb des Fernrohrs angebracht. Bei den Tachymeter-Theodoliten (§ 27) ist Bussole und Theodolit verbunden, dann sitzt vielfach die Bussole (wie eine Reiterlibelle) auf der Kippachse des Fernrohrs.

Die Bedeutung der Bussole als geodätisches Instrument beruht auf der durch die unveränderliche Einstellung ihrer Nadel gegebenen Möglichkeit, absolute Azimute leicht zu messen, während beim Theodolit die (astronomischen) Azimute aus den Polygonwinkeln (und einem Anfangsazimut) erst durch Rechnung abgeleitet

werden mußten. Beim Theodolit pflanzte sich der im Anfangsazimut oder in einem Polygonwinkel liegende Fehler auf alle folgenden Azimute fort, bei der Bussole ist ein bei der Messung eines Seiten-Azimuts begangener Fehler ohne Einfluß auf alle übrigen Azimute.

Ein weiterer Unterschied zwischen den beiden Meßinstrumenten besteht — wie die Fehlerrechnung lehrt — darin, daß, wenn man von einem Punkte ausgehend auf einer vielfach gebrochenen Linie bis zu einem Endpunkte (der beim geschlossenen Polygon gleich ist dem Anfangspunkte) mißt, der Fehler in dessen Lage bei der Theodolitenmessung um so kleiner, bei der Bussolenmessung aber um so größer ist, je länger die Zielweiten sind. Daraus folgt, daß der Theodolit mit langen, die Bussole mit kurzen Polygonseiten arbeiten soll.

Ein weiterer Vorzug der Bussole ist, daß Fehler in der Einlotung der Bussolendrehachse auf den Stationspunkt (Zentrierungsfehler) viel weniger Einfluß auf das Resultat gewinnen, als beim Theodolit.

Demnach ist die Bussole bei der Vermessung eines (geschlossenen oder offenen) Polygons mit kurzen Seiten mit Vorteil zu gebrauchen, obwohl jede einzelne Azimutbestimmung wegen der gewöhnlich nur auf $\frac{1}{2}^0$ ausgeführten Kreisteilung höchstens auf $0^0,1$ genau ausgeführt werden kann. Nur muß jede Annäherung von Eisen an die Nadel peinlich vermieden werden. Man verwendet deshalb die Bussole z. B. bei der Einmessung der Details eines Waldes, dessen Umfang mit dem Theodolit aufgenommen ist, ferner zur Aufnahme der Wege, der Wasserläufe und Bestandesgrenzen eines Reviers, und überall da, wo nur auf kurze Strecken freie Sicht ist (Wälder mit dichtem Unterholz, Gebüsch).

Eine Bussole muß öfters auf ihre Empfindlichkeit geprüft werden. Man stelle die Kreisteilung horizontal, lese den Stand der Nadel ab, bringe sie durch angenäherten Magnet aus ihrer Lage und sehe nach, ob sie mit Entfernung des Magneten wieder genau in dieselbe zurückkehrt. Wenn das nicht der Fall ist, so ist entweder die Spitze, auf der die Nadel schwebt, stumpf, d. h. die Reibung groß, oder die Nadel zu schwach magnetisch. Durch leises Klopfen auf die Verschlußplatte der Büchse läßt sich eine von Reibung freiere Einstellung erzielen.

Wenn man die Bussole recht langsam um ihre Vertikalachse dreht, so muß die Nadel vollkommen ruhig bleiben und bei Aufhören der Drehung sofort die Ablesung gestatten. Doch wird man bemerken, daß bei anderem Sinn der Drehung auch die Ablesung (wegen der Reibung) etwas anders ausfällt. Deshalb soll man, wenn größere Genauigkeit angestrebt wird, die Einstellung auf ein Objekt zweimal, bei verschiedenem Drehungssinn machen und aus beiden Ablesungen das Mittel nehmen.

Verschiedene, schon beim Theodoliten besprochene Konstruktionsfehler finden sich auch bei der Bussole und werden wie dort eliminiert durch Ablesen an zwei diametral gegenüberliegenden Indizes auf der Nadel (Nord- und Südspitze) und durch Beobachtung auch mit durchgeschlagenem Fernrohr. Die Absehlinie desselben (resp. die Diopterebene) soll der durch den Durchmesser 0^0—180^0 des Teilkreises gehenden Vertikalebene parallel sein; ist sie um δ^0 gegen dieselbe geneigt, so erhält man die Azimute nicht bezogen auf den magnetischen Meridian, sondern um $+ \delta^0$ fehlerhaft.

Die Vermessung eines geschlossenen Polygons kann durch Messung der Azimute sämtlicher Seiten und deren Längen und Berechnung der Koordinaten der Eckpunkte erfolgen. Kommt es aber weniger auf die Kenntnis der Flächengröße, als auf die Herstellung einer Karte an, so kann man auch die gemessenen Azimute direkt an die Nordrichtungen (das eine System paralleler Geraden auf dem Koordinatenpapier) mittelst Winkeltransporteurs antragen oder auch, wenn die Bussole eine ebene Grund-

platte und eine zum Durchmesser 0°—180° parallele Kante hat, sie direkt auf das Zeichenblatt „abschieben", d. h. auf dem in unveränderlicher Lage befestigten Blatt die Kante so um einen Punkt drehen, daß die Nadel ein beobachtetes Azimut anzeigt, womit die Kante parallel der betr. Polygonseite im Gelände liegt, usw.

Zweckmäßig verfährt man wohl auch bei Herstellung der Figur so, daß man sämtliche gemessenen Azimute an eine gemeinsame Nordrichtung mittelst des Vollkreistransporteurs anträgt und durch das bekannte Abschieben (Parallelschieben) mit Lineal und rechtwinkligem Dreieck die Polygonseiten auf der Karte herstellt.

Bei dieser Umfangsaufnahme ist es indessen nicht erforderlich, die Bussole in jedem Eckpunkte aufzustellen. Denn man kann von einem Punkte aus die Azimute der beiden Polygonseiten messen, welche in ihm zusammenstoßen. Man stelle (Fig. 43) die Bussole z. B. im Punkte 2 auf, visiere Punkt 3 an und bekommt durch Ablesen der Nordspitze das Azimut $N23 = \alpha_{23}$. Zugleich erhält man beim Anvisieren von Punkt 1 das Azimut N_{21}, welches um 2 R kleiner ist, als das Azimut $N_{12} = \alpha_{12}$. Dieses ergibt sich also aus N_{21} durch Addition von 2 R oder einfacher durch die Ablesung der Süd spitze der Nadel. Nun begebe man sich sofort mit der Bussole auf Punkt 4, stelle auf Punkt 5 ein und erhält durch Ablesung der Nordspitze das Azimut α_{45} von 4 nach 5 und bei Einstellung auf Punkt 3 und Ablesung der Süd-spitze das Azimut α_{34} von 3 nach 4. Bei dieser Methode der Springstände spart man die Hälfte der Aufstellungen und daher Zeit.

Fig. 43.

Beim Transport der Bussole von einem Punkt zum andern muß, um die Achsenspitze zu schonen, die Nadel von ihr mittelst einer Arretierungsvorrichtung abgehoben und festgeklemmt werden.

Wenn die aufzunehmende Fläche (z. B. eine Waldblöße) freie Uebersicht gestattet, so empfiehlt sich die Vermessung von einem einzigen Standpunkt aus als einfacher und weniger zeitraubend. Dieser Punkt m (Fig. 44) kann innerhalb oder außerhalb der Fläche liegen, jedoch so, daß von ihm aus alle Eckpunkte des Polygons resp. sonstige in die Aufnahme einzubeziehende Punkte anvisiert werden können. Man visiert der Reihe nach alle Eckpunkte an und erhält die Azimute ihrer Verbindungslinien mit m. Außerdem sind deren Längen zu messen. Geschieht diese Messung mit einer an der Bussole angebrachten distanzmessenden Vorrichtung (§ 20), so wird viel Zeit gespart, und die Methode ist auch auf unbetretbare Flächen anwendbar.

Fig. 44.

Die Karte des Polygons erhält man dann durch Abschieben der gemessenen Azimute an eine Gerade mN und Auftragung der Entfernungen m1, m2 . . . . . auf die Winkelschenkel. Die Punkte 1, 2 . . . sind so durch ihre Polarkoordinaten bestimmt.

Die Fläche des Polygons wird am bequemsten mittelst Planimeter (§ 22) gefunden.

Wenn auch gewöhnlich die Messungen mit der Bussole auf die Ermittelung von Azimuten hinauslaufen, so können doch auch Polygonwinkel mit ihr bestimmt werden. Der Winkel 1, 2, 3 (rechtsherum) (Fig. 45) ist die Differenz der Azimute des rechten Schenkels 2, 3 und des linken 2, 1: $\alpha_{23}-\alpha_{21}$. Fällt die Differenz negativ aus, wie bei $\alpha_{23}-\alpha_{21}'$, so ist noch 4R zu addieren. Ist der Scheitelpunkt 2 nicht zugänglich (Fig. 46), so läßt sich der Winkel dennoch ermitteln, indem man sich auf den Schenkeln beliebig aufstellt und deren Azimute Na1 und Nb3 beobachtet. Der Polygonwinkel 1, 2, 3 ist der Differenz derselben $\alpha_{b_3}-\alpha_{a_1}$ gleich. Wird diese Differenz negativ, so sind 4 R zu addieren, z. B. Winkel 1′2 3 $=\alpha_{b_3}+(4R-\alpha_{a'1'})=\alpha_{b_3}-\alpha_{a'1'}+4R$.

Fig. 45.

§ 20. **Die Distanzmesser.** Theodolit und Bussole werden jetzt meist mit einer Vorrichtung zum Distanzmessen versehen, welche gestattet, die Entfernung des Instruments von dem anvisierten Punkt zu bestimmen, ohne daß es nötig wäre, die Strecke mit einem Maßstab zu begehen. Wenn auch die hierbei erreichte Genauigkeit der Entfernungsbestimmung im allgemeinen geringer ist, als beim direkten Messen, so empfiehlt sich diese Methode doch durch ihre rasche Ausführbarkeit und durch ihre Unabhängigkeit von Hindernissen, die ein Betreten der Verbindungslinie der Punkte verbieten (Bepflanzung, Wasser). Die einzige Bedingung ist freie Visur zwischen den beiden Punkten, in deren einem das Instrument, während in dem anderen eine Hilfslänge aufgestellt werden muß. Eine solche ist immer unentbehrlich, doch kann sie sich auch am Orte des Instruments befinden — in welchem Fall sie mit ihm verbunden und deshalb nur kurz ist. Derartige Distanzmesser, deren Vorteil darin liegt, daß man mit ihnen auch die Entfernung eines gänzlich unzugänglichen Punkts, wenn man ihn nur anzuvisieren vermag, bestimmen kann, gewähren nur geringere Genauigkeit und werden wohl für militärische, nicht aber für Vermessungszwecke gebraucht. Hier haben wir es nur mit den **Distanzmessern mit Latte** zu tun, die am einen Endpunkt der zu messenden Strecke aufgestellt und mit dem am anderen befindlichen Instrument anvisiert wird.

Fig. 46.

Es mögen die beiden Endpunkte P_1 und P_2 der auszumessenden geraden Linie zunächst im gleichen Horizont angenommen werden. Die horizontale Entfernung $P_1P_2 = E$ (Fig. 47) läßt sich dann aus dem Winkel φ, den die Visierlinien nach zwei Punkten der Latte einschließen, und dem durch sie ausgeschnittenen Lattenstück L berechnen. Bei variabler Entfernung E kann nun entweder φ dieselbe Größe behalten und L sich ändern oder umgekehrt.

Fig. 47.

Der bei weitem gebräuchlichste geodätische Distanzmesser beruht auf ersterem Prinzip. Ein konstanter Gesichtswinkel φ wird in das Fernrohr des Theodolits oder der Bussole eingeführt durch Einziehen noch zweier Fäden (Distanzfäden), die von dem Horizontalfaden des Fadenkreuzes nach oben und unten gleichweit abstehen (Fig. 48 S. 128). Durch diese einfache Zugabe wird das Fernrohr zu einem distanzmessenden. Visiert man durch ein solches Fernrohr nach einer senkrecht aufgestellten

geteilten Latte und liest die von dem oberen (o) und unteren (u) Faden gedeckten Teilstriche ab, so ist die Entfernung D der Latte von dem Fernrohrobjektiv durch folgende Gleichung gegeben:

$$D = f + \frac{f}{a} . L,$$

wo a = ou = dem Abstand der Fäden, L die Differenz der Ablesungen am oberen und unteren Faden, d. h. das zwischen den Fäden eingeschlossene Lattenstück, und f die Brennweite der Objektivlinse ist. Die Entfernung E der Latte von der Mitte des Fernrohrs ist

Fig. 48.

Fadenkreuz des distanzmessenden Fernrohrs.

$$E = D + \tfrac{1}{2} f,$$

da die ganze Länge des Fernrohrs nur wenig größer als f ist. Also

$$E = \tfrac{3}{2} f + \frac{f}{a} . L = c + k . L.$$

c ist eine meist 0,5 m nicht überschreitende Korrektionsgröße, k macht man gleich 100, weil dann das in cm abgelesene Lattenstück L sogleich die gewünschte Entfernung in m gibt, — von der Korrektion c abgesehen.

Als Latte kann eine gewöhnliche, in cm geteilte Nivellierlatte benutzt werden. Doch ist es, da beim Distanzmessen meist viel größere Entfernungen vorkommen, als beim Nivellieren, rätlich, das Ablesen durch Anbringung besonderer, deutlicher Marken an den Hauptabschnitten der Teilung, etwa von m zu m, oder schon von ½ m zu ½ m zu erleichtern.

Um zu prüfen, ob c und k die vom Mechaniker angegebenen Werte haben, ob namentlich k = 100 ist, stecke man eine Anzahl Punkte einer Geraden in verschiedenen Entfernungen E vom Instrument mittelst Maßstäben ab, stelle in ihnen die Distanzlatte auf und setze die gemessenen E und L in die Gleichung $E = c + k . L$ ein. Die Auflösungen des so erhaltenen Gleichungssystems geben die Werte von c und k. Man achte beim Einstellen auf die Latte behufs scharfer Messung von L auf vollkommene Beseitigung der Parallaxe; die Fäden dürfen beim vertikalen Verschieben des Auges vor dem Okular keinerlei Bewegung gegen die Teile der Latte zeigen. Senkrechte Stellung der Latte wird entweder durch angehängtes Senkel oder durch eine angeschraubte Libelle erreicht.

Bei großer Entfernung und nicht genügender Länge der Latte kann der Gesichtswinkel φ der Fäden den der ganzen Latte übertreffen. Dann liest man an dem einen der Distanzfäden und am Mittelfaden des Fadenkreuzes ab und verdoppelt das abgelesene Lattenstück. Ebenso verfährt man, wenn die Ablesung am oberen oder unteren Faden behindert sein sollte (durch Hereinragen der Latte in Baumzweige oder ihre Aufstellung in Unterholz). Die Ablesung am Mittelfaden ist aber auch in jedem anderen Falle empfehlenswert, weil sie immer dem arithmetischen Mittel aus den Ablesungen am oberen und unteren Faden gleich sein muß und deshalb eine gute Kontrolle der Beobachtungen bildet.

Fig. 49.

Der Parallelismus zwischen der Ziellinie des Fernrohrs und dem zu messenden Abstand P_1P_2 wird auch bei gegen den Horizont geneigter Lage von P_1P_2 (Fig. 49) beibehalten, indem man den Mittelfaden auf denjenigen Teil der Latte einstellt, welcher die Höhe des Fernrohrs über P_1 angibt. Ist eine größere Zahl von Entfernungen von P_1 aus zu messen, so erleichtert man sich diese Einstellung durch Anbringen einer Marke (Zielscheibe) an dem betreffenden Lattenstrich. Will man nun

auch jetzt, wie bei horizontalem P_1P_2, die Visierlinie senkrecht zur Latte haben, so muß die Latte gegen die Vertikale geneigt gehalten werden. Der Lattenträger erkennt die richtige Stellung, indem er durch ein senkrecht zur Latte angebrachtes Diopter nach dem Fernrohr visiert, und er kann sich das ruhige Halten der Latte in dieser unbequemen Stellung erleichtern durch Eindrücken einer an der Latte drehbaren Strebe in den Erdboden. Das abgelesene Lattenstück L_s (Fig. 49) liefert die schiefe Entfernung $E_s = c + k \cdot L_s$ woraus, wenn mit α der an einem Höhenkreise des Instruments abzulesende Winkel zwischen Visierlinie und Horizont bezeichnet wird, die horizontale Entfernung E folgt zu

$$E = c \cdot \cos\alpha + k \cdot L_s \cdot \cos\alpha.$$

Die schiefe Stellung der Latte wird aber jetzt nur noch bei den Schiebe-Tachymetern (§ 27) angewandt, sonst gebraucht man nur die lotrechte Stellung (Fig. 50). Das abgelesene Lattenstück ist also dann L, das zu L_s nach der Figur in der Beziehung $L_s = L \cdot \cos\alpha$ steht. Setzt man diesen Wert für L_s in die vorhergehende Gleichung ein, so wird jetzt die horizontale Entfernung

$$E = c \cdot \cos\alpha + k \cdot L \cdot \cos^2\alpha.$$

Fig. 50.

Es sei hier schon bemerkt, daß der Okularfaden-Distanzmesser, sobald er — was ja schon für die Messung schiefer Entfernungen nötig wird — mit einem Höhenkreis versehen ist, auch den Höhenunterschied von P_1 und P_2 gibt. Denn nach Figur 50 ist derselbe $H_2 - H_1 = E \cdot \operatorname{tg}\alpha = c \cdot \cos\alpha \cdot \operatorname{tg}\alpha + k \cdot L \cdot \cos^2\alpha \cdot \operatorname{tg}\alpha$

$$H_2 - H_1 = c \cdot \sin\alpha + \tfrac{1}{2} k L \cdot \sin 2\alpha.$$

wo der bei mäßigem α sehr kleine Summand $c \cdot \sin\alpha$ vernachlässigt werden kann.

Tabellenwerke (Hilfstafeln für Tachymetrie von Jordan) ersparen die Berechnung von E und $H_2 - H_1$, auch graphische Hilfsmittel sind im Gebrauch.

Auf dem zweiten Prinzip — Hilfslänge L konstant und ihr Gesichtswinkel φ variabel bei variablem E — beruht der Distanzmesser von Stampfer. Die konstante Länge L ist dargestellt durch den Abstand zweier an einer senkrecht gestellten Latte befindlichen Zieltafeln (kreisförmige Bleche mit verschiedenfarbigen Sektoren), der Winkel φ wird nicht direkt gemessen — wie man, wenn ein Theodolit mit Höhenkreis zur Verfügung steht, auch tun könnte —, sondern durch die Anzahl der Umdrehungen einer fein geschnittenen Schraube bestimmt, die nahe dem Okularende des Fernrohrs angreift und dieses um eine, nahe dem Objektiv liegende Horizontalachse dreht. Das (einfache) Fadenkreuz wird nach einander auf die beiden Zielscheiben eingestellt, und die Zahl s der zu seiner Ueberführung von der einen auf die andere erforderlichen Schraubenumdrehungen an einer Teilung abgelesen. Die Entfernung ist dieser Zahl umgekehrt und dem Abstand der Zieltafeln L direkt proportional, eine in die Formel noch eingehende Instrumentenkonstante k ist durch den Versuch (Distanzmessung einer bekannten Entfernung) zu bestimmen, also (für horizontale Lage von P_1P_2):

$$E = k \cdot \frac{L}{s}.$$

Die Vorteile des in jedem Fernrohr leicht anzubringenden Okularfadendistanzmessers vor der Stampferschen Einrichtung liegen auf der Hand.

§ 21. **Der Meßtisch.** Die Bedeutung des Meßtischs als geodätisches Instrument ist in den letzten Jahrzehnten immer geringer geworden, die ihm früher

zugewiesenen Arbeiten sind mehr und mehr dem Theodolit übertragen. Für Zwecke des Katasters darf er meist nicht mehr gebraucht werden, seine Anwendung beschränkt sich gewöhnlich auf rein topographische Aufnahmen, Einzeichnung der Einzelheiten in Pläne und Karten, Vorarbeiten für genauere Vermessungen (Herstellung eines Handrisses). Für solche flüchtige Aufnahmen, sogenannte Rekognoszierungsarbeiten, ist er vortrefflich, doch bedarf es dazu in Anbetracht der verlangten geringeren Genauigkeit nur einfach gebauter Instrumente. Da ferner ein nutzbringender Gebrauch des Meßtischs möglichst übersichtliches Terrain verlangt, so ist auch schon deshalb seine Anwendbarkeit in der Forstvermessung geringer und die Kürze der folgenden Besprechung gerechtfertigt.

Ein Meßtischapparat besteht aus dem Tischblatt, welches auf ein dreibeiniges Stativ aufgesetzt wird und in einer Horizontalebene drehbar sein muß — aus einer Vorrichtung zum Anvisieren der Aufnahms-Objektive (Diopter oder Fernrohr), welche mit einem Lineal zum sofortigen Aufzeichnen der Visierstrahlen verbunden ist und dann Diopterlineal resp. Kippregel heißt — aus einer Lotgabel zum Projizieren eines Punkts auf dem Felde auf das Tischblatt oder umgekehrt eines Bildpunkts auf das Feld — einer Bussole ohne Visiervorrichtung, jedoch mit ebener Grundfläche der Büchse und einer zum Durchmesser 0°—180° parallelen Kante (Orientierungsbussole) — aus verjüngtem Maßstab, Zirkel, zungenförmig gespitztem Bleistift und Gummi. Auf dem Tischblatt wird das Zeichenpapier mit Eiweißschaum und Wasser aufgeklebt und an den Seiten mit Leim befestigt. Das Tischblatt ist mittelst Libelle horizontal zu stellen. Um einen oder mehrere Winkel mit gemeinsamem Scheitel auf dem Meßtisch abzubilden, bringt man den Tisch über den Scheitel, bezeichnet mittelst der Lotgabel den ihm entsprechenden Punkt auf dem Tischblatt, visiert den Endpunkt eines der Winkelschenkel an, indem man zu gleicher Zeit das Lineal, dessen Kante die Projektion der Absehrichtung auf das Tischblatt sein muß, an das Bild des Scheitels anschiebt, und zieht an der Linealkante her mit Bleistift das Bild des Winkelschenkels. Wenn die Kippregel mit Okularfadendistanzmesser versehen ist, so kann man den Endpunkt des Winkelschenkels durch eine Distanzlatte markieren lassen und sogleich die Entfernung mittelst verjüngten Maßstabs auf das Tischblatt auftragen — womit nun auch der Endpunkt des Schenkels im Bilde festgelegt ist. Die übrigen von demselben Scheitel ausgehenden Schenkel werden in der gleichen Weise gezeichnet, doch darf selbstverständlich während dessen das Tischblatt keinerlei Drehung um seine Vertikalachse erfahren.

Mittelst dieses Polar-Verfahrens kann man ein ganzes Polygon auf dem Meßtisch abbilden, wenn man sich mit ihm in irgend einem Punkt aufstellt, von dem aus sämtliche Eckpunkte (und sonstige aufzunehmende Punkte seines Innern) anvisiert werden können. Die Methode eignet sich also zur Aufnahme von offenem Gelände. Eine Kontrolle über die Richtigkeit der Vermessung läßt sich nur dadurch ausüben, daß man einzelne überschüssige Längen (Verbindungslinien von Eckpunkten) mißt und in die Zeichnung einpaßt.

Wenn von dem einen Punkt aus nicht alle aufzunehmenden Objekte sichtbar sind, so geht man mit dem Tisch nach einem zweiten Punkt, dessen Bild sich bereits auf dem Meßtisch befindet, lotet das Bild auf den Punkt ein und „orientiert" den Tisch nach der Verbindungslinie dieses Punkts mit einem der anderen, früher aufgenommenen, d. h. man stellt das Bild dieser Verbindungslinie schon während der Einlotung nach Augenmaß in ihre Richtung ein, schiebt das Lineal der Kippregel an sie an, und stellt durch Drehung des Meßtischs das Fernrohr auf den früher aufgenommenen Punkt ein. Nun sind alle auf dem Meßtisch schon gezeichneten

Linien den ihnen auf dem Feld entsprechenden parallel. Von dem zweiten Punkt aus werden jetzt möglichst viele der noch aufzunehmenden Punkte anvisiert usw., nötigenfalls noch von einem dritten Punkt aus.

Die Orientierung kann statt nach einer der früheren Visuren auch mittelst der Bussole geschehen. Man läßt diese zu Beginn der Aufnahme auf 0° und 180° einspielen und zieht eine dem Durchmesser 0—180 parallele Gerade, das Meridianzeichen. Behufs Orientierung auf einer der späteren Aufstellungen des Meßtischs ist die Bussole an diesen Strich anzuschieben, und der Meßtisch zu drehen, bis die Nadel einspielt.

Die Polarmethode hat den Vorteil weniger (im Prinzip nur einer) Aufstellungen des Tischs, aber den Nachteil vieler Längenmessungen. Eine andere, die Basismethode oder das Vorwärtseinschneiden, kommt im Prinzip mit nur einer Längenmessung und zwei Aufstellungen aus. Es werden hier von einem Punkte aus, von dem alle aufzunehmenden sichtbar sein mögen, die Visuren nach diesen genommen, aber ohne daß ihre Ausmessung nötig wäre. Nur nach einem Punkte hin, von dem aus ebenfalls alle aufzunehmenden sichtbar seien, wird außer der Visur auch die Entfernung — Basis — genommen und auf das Tischblatt übertragen. Bringt man nun den Tisch über diesen Punkt, Bild vertikal über Objekt, orientiert nach der ersten Aufstellung und zieht wieder die Visurstrahlen nach allen anderen Punkten, so sind die Bilder dieser durch die Schnitte je zweier entsprechender Strahlen gegeben. Man kann natürlich, wenn von dem zweiten Aufstellungspunkt aus nicht alle vorher anvisierten Punkte sichtbar sind, zu einem geeigneten dritten Aufstellungspunkte übergehen — den man vom zweiten aus bereits abgebildet hat —, also eine zweite Basis einführen, und von ihm aus die noch ungeschnittenen Rayons durchschneiden, auch zur Kontrolle versuchen, ob die Visur nach einem der bereits abgebildeten Punkte auch durch sein Bild hindurchgeht.

Die Aufstellungen des Tischs wähle man so, daß zusammengehörige Rayons sich möglichst unter nicht zu stark von 90° abweichenden Winkeln schneiden.

In jedem Falle anwendbar ist eine dritte, die Umfangsmethode. Man stellt den Meßtisch der Reihe nach in den Eckpunkten des Polygons auf und bildet jedesmal nur die folgende Umfangsseite ab, indem man nach der zuletzt abgebildeten orientiert. Wird aber die Orientierung mit der Bussole ausgeführt, so braucht man den Tisch nur auf jedem zweitfolgenden Eckpunkt aufzustellen, von dem aus dann die Abbildung beider in dem Punkt sich treffenden Seiten geschieht (Methode der Springstände). Die Beobachtungs- und Zeichenfehler summieren sich bei dieser Methode und bewirken, daß man für den letzten Eckpunkt meist einen Bildpunkt erhält, der mit dem zu Beginn der Umgebung gezeichneten Bildpunkt sich nicht deckt. Die Entfernung beider soll höchstens $^1/_{500}$ des Polygonbildumfangs betragen. Man gleicht die Zeichnung nach dem praktischen Gefühl aus. Um einen größeren Fehler sogleich entdecken zu können, empfiehlt es sich, einen von mehreren Eckpunkten aus sichtbaren beliebigen Punkt des Geländes öfters anzuvisieren und darauf zu achten, daß sich alle Rayons nach ihm auch in einem Punkte, seinem Bildpunkt, schneiden. Statt eines Polygons mit sehr vielen Seiten nimmt man ein sich ihm möglichst anschließendes mit weniger Seiten mit dem Meßtisch auf und trägt die übrigen Eckpunkte nach, indem man ihre Koordinaten mit dem Winkelspiegel etc. bestimmt.

Die Ueberlegenheit des Theodoliten über den Meßtisch erhellt allein schon aus der Bemerkung, daß die Aufnahme mit dem Theodolit Zahlen liefert, die jederzeit zur Herstellung beliebig vieler gleichwertiger Karten benutzt werden können, während die Meßtischaufnahme nur eine Karte gibt, aus der nur minderwertigere Kopien herzustellen sind. Die Theodolitaufnahme verschafft auch die Kenntnis der Flächen-

größe direkt aus gemessenen Größen, wogegen in die Flächenermittelung aus einer Meßtischaufnahme auch die Zeichenfehler eingehen.

Die Zukunft gehört nicht den großen Meßtischen mit ihrem theodolitartigen Unterbau und der großen, mit Höhenkreis und allen Korrektionsvorrichtungen versehenen Kippregel, sondern den kleinen, handlichen, ohne feinere Zutaten gebauten Tischchen mit einem Diopterlineal oder besser ganz einfacher, aber mit distanzmessendem Fadenkreuz und Höhenkreissektor versehenen Kippregel.

§ 22. Die Bestimmung des Flächeninhalts. Der Flächeninhalt einer aufgenommenen Figur wird am schärfsten durch ein Verfahren bestimmt, welches ausschließlich die auf dem Felde gemessenen Größen benutzt (direkte Flächenbestimmung). Man wird deshalb dieses Verfahren immer dann einschlagen, wenn die nötigen Maßzahlen bei der Aufnahme erhalten wurden und wenn eine genaue Kenntnis des Flächeninhalts verlangt wird. Wenn aber die erhaltenen Maßzahlen nicht ausreichen (z. B. bei der Meßtischaufnahme, wo Längen gemessen, Winkel aber ohne Messung nur abgebildet werden), oder wenn es auf eine genaue Kenntnis der Fläche nicht ankommt, dann kann man dieselbe auch dem Plan entnehmen (Indirekte Flächenbestimmung). Sie fällt ungenauer aus, weil zu den Beobachtungsfehlern noch die Zeichenfehler und die aus der Uebertragung der gezeichneten Größen wieder in Maßzahlen entspringenden Fehler hinzutreten. Ferner ändert sich die Größe des Zeichenpapiers bei sich änderndem Feuchtigkeitsgehalt, und zwar verschieden stark in verschiedenen Richtungen.

Ueber die direkte Berechnung der Fläche aus Koordinaten oder aus den Messungen genügend vieler Seiten und Diagonalen ist in den §§ 12, 13, 18 schon das Nötige gesagt worden.

Eine indirekte Flächenbestimmung kann man ohne weitere Hilfsmittel so ausführen, daß man den Plan, namentlich wenn die Figur geradlinig begrenzt ist, durch feine Bleistiftlinien in Dreiecke, Parallelogramme und Paralleltrapeze zerlegt, in diese die erforderlichen Hilfslinien, die Höhen, einzeichnet und nun die zur Flächenbestimmung nötigen Längen aus dem Plan auf den verjüngten Maßstab überträgt. Das Mühsame dieses Verfahrens haftet auch der Quadrattafel, einer Tafel aus Glas, auf die ein Netz von Quadratmillimetern eingerissen ist, und der Harfe an. Letztere besteht aus einem Rahmen, auf den in gleichen Abständen parallele Fäden so ausgespannt sind, daß sie sich auf die Karte genau auflegen lassen. Diese zerfällt dadurch in eine Reihe von Paralleltrapezen gleicher Höhe; man mißt die Längen ihrer parallelen Seiten mit einem (Hunderter-)Zirkel usw.

Seit der Erfindung des Amslerschen Polarplanimeters und der an dieses anknüpfenden Apparate, die sich durch Bequemlichkeit der Anwendung und in ihren einfacheren Formen auch durch Billigkeit auszeichnen, sind die vorgenannten Apparate ganz in den Hintergrund getreten. Mit diesen Planimetern umfährt man einfach den Plan und erhält sodann ohne weitere Rechnung aus zwei beim Beginn und Ende der Umfahrung gemachten Ablesungen am Apparat die Größe der umfahrenen Fläche. Neben den Polarplanimetern, bei denen eine Drehung des ganzen Instruments um eine feststehende Achse stattfindet, hat man Rollplanimeter konstruiert, welche verschiedene Vorteile vor den Polarplanimetern voraus haben. Es sei nur der praktische Vorteil erwähnt, daß die Karte in der Rollrichtung des Instruments von unbegrenzter Ausdehnung sein darf, während freilich, ebenso wie beim Polarinstrument, die Ausdehnung der Fläche senkrecht zur Rollrichtung ein gewisses Maß nicht überschreiten darf. Breitere Karten müssen deshalb in einzeln zu umfahrende Streifen zerlegt werden.

Eine Beschreibung dieser Planimeter kann hier unterbleiben, da die Fabrikanten ihnen ausführliche Gebrauchsanweisungen beigeben.

§ 23. Die Teilung einer Fläche. Die Aufgabe, eine Fläche in eine Anzahl von Teilen zu zerlegen, die einander gleich sind oder in gegebenen Verhältnissen stehen, tritt in der Forstwirtschaft besonders bei der Einteilung eines Waldes in Jahres- oder Periodenschläge auf; sie soll im folgenden nur als reine Flächenteilungsaufgabe gelöst werden, d. h. unter der Voraussetzung, daß die Ertragsfähigkeit (die Bonität) der ganzen Fläche die gleiche ist. Der direkte Weg zur Lösung ist, alle nötigen Größen nur auf dem Felde zu messen, aus ihnen die Teilungslinien zu berechnen und sie dann auf das Feld zu übertragen. Der indirekte Weg benutzt den Plan der Fläche: man zieht auf ihm mittelst Konstruktion oder nach dem Augenmaß die Teilungslinien, prüft im letzteren Falle die Richtigkeit ihrer Lage durch Umfahrung mit dem Planimeter und korrigiert sie entsprechend. Schließlich überträgt man die Teilungslinien von dem Plan auf das Gelände.

Ein jedes Polygon läßt sich in Dreiecke, Parallelogramme, Paralleltrapeze und Trapezoide zerfällen, es genügt also, die Teilung dieser Figuren unter Hervorhebung der wichtigeren Fälle zu besprechen.

a) Teilung eines Dreiecks.

1) Von dem Dreieck abc Fig. 51 mit der Fläche F soll durch eine von c ausgehende Teilungslinie die Fläche adc = f abgeschnitten werden.

Fig. 51.

Es ist $ad = ab \cdot \frac{f}{F}$ zu machen.

2) Von dem Dreieck abc (Fläche F) Fig. 51 soll durch eine von e ausgehende Teilungslinie die Fläche gbe = f abgeschnitten werden.

Man ermittle die Höhe h des Dreiecks gbe, so ist $bg = 2\,\frac{f}{h}$.

3) Von dem Dreieck abc (Fig. 52) ist durch die zu ab parallel laufende Teilungslinie de das Dreieck dec = $\frac{1}{m}$. abc abzuschneiden.

Fig. 52.

Es muß $cd = \sqrt{\frac{\overline{ac}^2}{m}}$ und $ec = \sqrt{\frac{\overline{bc}^2}{m}}$ gemacht werden.

b) Teilung eines Parallelogramms.

4) Bei dieser Aufgabe wird gewöhnlich verlangt, die Teilungslinien zwei Seiten parallel zu legen. Soll also ein Parallelogramm z. B. in 3 Teile zerlegt werden, die im Verhältnis m : n : p stehen, so teilt man die beiden Seiten, welche von den Teilungslinien geschnitten werden sollen, in m + n + p gleiche Abschnitte und steckt die Verbindungslinie der m.ten sowie die der m + n.ten Teilungspunkte ab.

c) Teilung eines unregelmäßigen Vierecks.

Ein Viereck abcd (Fläche F) (Fig. 53) ist in zwei oder mehrere, einander möglichst ähnliche Teile zu zerlegen. Wird z. B. eine Zerlegung in zwei gleiche Teile gefordert, so halbiere man Seite ad und stecke gb ab. Ist nun etwa gi die Teilungslinie, so ist

Fig. 53.

$$gabi = \frac{F}{2} = gab + gbi = \frac{gb \cdot ah}{2} + \frac{gb \cdot ik}{2}$$

$$\frac{F}{gb} = ah + ik.$$

Hieraus berechnet sich die Unbekannte ik, deren Kenntnis dann die Lage des Punkts i ergibt (bm $\perp$ gb, mb = ik, mi $\perp$ bm)

d) Teilung eines Paralleltrapezes.

6) Von dem Paralleltrapez abcd mit der Fläche F Fig. 54 soll parallel der Seite ab die Fläche f abgetrennt werden. Die einfachste, wenn auch nicht die genaueste Methode würde darin bestehen, daß man das Paralleltrapez in großem Maßstab zeichnet, versuchsweise einige Parallele zu ab in den Plan einträgt und durch Umfahren mit einem Planimeter die richtige Teilungslinie feststellt. Verfügt man nicht über ein Planimeter, so findet sich die Höhe eines Parallelogramms abeg von der Fläche f als gh $= \frac{f}{ab}$. Man konstruiere gh im Plan und darauf gi. Die gesuchte Teilungslinie liegt also etwas oberhalb gi. Um sie zu finden, nimmt man das Mittel aus ab und gi, dividiert mit ihm in f und findet den etwas größeren Abstand g'h' von ab für die Teilungslinie g'i'. Ist dc viel kleiner als ab, so ist das Verfahren öfters zu wiederholen, bis die richtige Lage der Teilungslinie sich ergibt.

Fig. 54.

Die rein rechnerische Lösung genügt es für den Fall zu geben, daß die Fläche f an der längeren ab der beiden parallelen Seiten ab und dc abgeschnitten werden soll (Fig. 55). Man verlängere ad und bc bis zum Schnittpunkte e und messe eg. So ist — wenn hk die Teilungslinie vorstellt —

Fig. 55.

$$ei = eg.\sqrt{\frac{F-f}{F}}$$

$$ig = eg\left(1 - \sqrt{\frac{F-f}{F}}\right)$$

Hiermit ist die Teilungslinie festgelegt.

Ist dc nahe gleich ab, so wird das Aufsuchen von eg unbequem; man berechnet dann die Höhe ig aus den Seiten des Trapezes. Es wird

Fig. 56.

$$ig = \frac{2f}{ab + \sqrt{ab^2 - \frac{2f(ab-cd)}{dm}}}$$

7) Von dem Paralleltrapez abcd (Fläche F) (Fig. 56) soll durch eine Linie eg ein Trapez egbc = f so abgetrennt werden, daß gb : ec = ab : dc wird, daß also jeder Teil dem Ganzen möglichst ähnlich ausfällt.

Man findet ec $= \frac{f}{F}$. dc und gb $= \frac{f}{F}$. ab

e) Teilung eines Vielecks.

8) Das Vieleck abcdefghi (Fig. 57) soll in eine Anzahl gleicher Teile derart eingeteilt werden, daß die Grenzlinien der Seite ab parallel laufen.

Die Lösung erfolgt durch wiederholte Anwendung des Verfahrens 6). Man errichtet auf ab eine Senkrechte, fällt auf sie von allen Eckpunkten Perpendikel und verlängert dieselben bis zur Grenze. Die Inhalte der entstehenden Paralleltrapeze und des Dreiecks sind zu berechnen. Von dem Trapez abi'i schneide man zunächst einen der verlangten Teile nach 6) ab. Ist der von abi'i übrig bleibende Rest kleiner als ein Teil, so addiere man zu diesem das folgende Trapez ii'cc'. Ist die Summe

beider größer als ein Teil, so schneidet man von $ii'cc'$ ein Paralleltrapez ab, dessen Inhalt dem Zuviel gleich ist usw.

Ist die Anzahl der (gleichen) Teile groß $= n$, so wird man zweckmäßig zuerst in $\frac{n}{2}$ oder $\frac{n}{3}$ ... Teile zerlegen und diese zuletzt in 2 oder 3 . . . Teile spalten.

Fig. 57

§ 24. *Das Kopieren und Reduzieren einer Karte.* Die Vervielfältigung einer Karte im gleichen (Kopieren) oder in verschiedenem (Reduzieren) Maßstabe kann auf mehrere Arten erfolgen.

1) Das Original wird über das Zeichenpapier gelegt und beides durch Heftnägel auf dem Zeichentisch befestigt. Mit einer (*Pikir*-)*Nadel* werden sodann die Punkte des Originals durchstochen und so auf das Zeichenblatt übertragen. Der Nachteil der Methode besteht in der Beschädigung des Originals.

2) Auf das Original wird ein stark durchscheinendes Gewebe, *Oel- oder Strohpapier*, *Pausleinwand*, gelegt, befestigt, und dann das Original durchgezeichnet. Die durchgepauste Zeichnung läßt sich eventuell mittelst Pikirnadel auf Zeichenpapier übertragen.

3) Man überziehe das Original mit einem Netz kleiner gleicher Quadrate oder zeichne dieses *Quadratnetz* auf Pauspapier, das man auf dem Original befestigt — zeichne ein gleiches Quadratnetz auf das Zeichenpapier und trage die Details des Originals, welche in eins der Quadrate fallen, in das entsprechende Quadrat der Kopie nach Augenmaß oder mit dem Zirkel über. Soll die Kopie einen anderen Maßstab als das Original erhalten, so nimmt man die Seiten des Kopiequadrats kleiner oder größer im Verhältnis der linearen Maßstäbe und überträgt mit dem *Reduktionszirkel*. Das ist ein Doppelzirkel, d. h. ein Zirkel, dessen Schenkel über den Drehpunkt hinaus verlängert sind. Dieser ist zudem längs der Schenkel verstellbar, sodaß die Schenkellängen auf beiden Seiten des Drehpunkts in verschiedenes Verhältnis zueinander gebracht werden können. Stellt man nun den Drehpunkt entsprechend dem gewünschten Maßstabverhältnis von Original und Kopie ein, so stehen die Abstände der Zirkelspitzen in dem gleichen Verhältnis. Man greift also eine Länge des Originals zwischen zwei Spitzen ab und überträgt mittelst der beiden anderen Spitzen sofort in die Kopie.

4) Der einfachste Weg zur Kopierung oder Reduzierung einer Karte ist der mechanische mittelst des *Pantographen oder Storchschnabels*. Dieser besteht im wesentlichen aus einer Verbindung zweier Paare von Linealen zu einem um alle vier Ecken drehbaren Parallelogramm, das beim Kopieren um einen festen Punkt einer Seite oder Diagonale gedreht wird. Zwei weitere mit dem Drehpunkt in gerader Linie liegende Punkte beschreiben dann ähnliche Figuren; wird der eine Punkt, eine Spitze (Fahrstift), über das Original geführt, so beschreibt der andere, ein Schreibstift, die Kopie.

Die Anordnung von festem Punkt (Drehpunkt), Fahrstift und Schreibstift läßt sich noch in verschiedener Art machen. Einfache Ausführungen des Pantographen sind sehr billig herzustellen und leisten besseres in kürzerer Zeit als die vorgenannten Verfahren. Empfehlenswert sind die neuerdings viel hergestellten frei schwebenden Pantographen, bei welchen von einem schweren krahnenartigen Gestell aus, das den Drehpunkt enthält, der Pantograph durch Drähte zum großen Teil frei schwebend gehalten wird. Man kann mittelst des Pantographen auch einzelne Punkte des Ori-

ginals unter Aufhebung des Schreibstifts durch eine Pikirnadel auf das Zeichenblatt übertragen und nachher die Punkte verbinden. Einzelheiten des Originals werden nicht mit dem Pantographen übertragen, sondern später in die Kopie eingezeichnet.

III. Vertikalmessungen.

§ 25. Nivellieren. a) Methode. Für die Bestimmung von Höhenunterschieden gibt es eine direkte Methode, d. h. eine solche, welche den gesuchten Unterschied sofort im Längenmaß liefert, und diese ist zugleich auch die der größten Genauigkeit fähige. Das ist die Methode des Nivellierens, die deshalb zuerst besprochen werden soll. Der Höhenunterschied zweier Punkte a und b (Fig. 58) ist der Abstand ihrer wahren Horizonte ae = bd. Da wir aber nur die scheinbaren Horizonte konstruieren können, so würde, wenn man in a den scheinbaren Horizont beschreibt und in d einen Maßstab bc vertikal aufstellt, nur der scheinbare Höhenunterschied bc und nicht der wahre bd gemessen werden können. Der Fehler dc, d. h. die Abweichung des wahren Horizonts vom scheinbaren, wird aber um so kleiner, je näher b an a liegt. Bei einem Horizontalabstand von a und b, der 50 m nicht übersteigt, verschwindet er selbst bei den größten Ansprüchen an Genauigkeit. Ist die Entfernung der Punkte größer als 50 m, so teilt man sie in eine entsprechende Zahl von kürzeren Strecken ein, bestimmt den Höhenunterschied der Endpunkte einer jeden und erhält durch Summierung der Einzelunterschiede den verlangten wahren Höhenunterschied (zusammengesetztes Nivellement). Ist diese Teilung in Strecken von 50 m oder weniger aber unter besonderen Verhältnissen einmal nicht möglich, so mag man nötigenfalls den gefundenen scheinbaren Höhenunterschied auf den wahren reduzieren durch Subtraktion von $0{,}0000000687 \cdot L^2$, wo L die Entfernung ab. Für forstliche Arbeiten bedarf es meist dieser Korrektion nicht.

Fig. 58.

Jeder Nivellierapparat besteht aus zwei Teilen, dem Instrument, das zur Herstellung des scheinbaren Horizonts dient, und der Latte, welche den Höhenunterschied anzeigt. Da der Horizont immer nur in einer gewissen Höhe über dem Punkte a der Erdoberfläche als horizontale Absehlinie eines Fernrohrs oder Diopters konstruiert werden kann, so ist von dem an der Latte abgelesenen Höhenunterschied noch die Höhe des Instruments über dem Boden zu subtrahieren (Nivellieren aus dem Ende). Ist die Differenz positiv, so liegt b tiefer als a (Gefälle von a nach b), ist sie negativ, so liegt b höher (Steigung). Von dieser Messung der Instrumentenhöhe macht man sich unabhängig, wenn man den Horizont nicht über dem einen der abzuwägenden Punkte a und b, sondern über einem Zwischenpunkte, nämlich einem, wenn auch nicht in der geraden Verbindungslinie ab liegenden, aber doch etwa gleich weit von beiden entfernten Punkt konstruiert.

Handelt es sich z. B. um den Höhenunterschied von b und f (Fig. 58), so konstruiert man den scheinbaren Horizont in dem etwa gleich weit von b und f entfernten Punkt a und stellt die Latte zuerst in f und dann in b auf (Nivellieren aus der Mitte). Die Differenz beider Lattenablesungen ist nun ohne weiteres der wahre Höhenunterschied von b und f, da sowohl die Instrumentenhöhe als die Abweichung des scheinbaren Horizonts vom wahren herausfällt. Auf Gleichheit der Entfernungen af

und ab kann immer verzichtet werden, wenn beide unterhalb 50 m liegen, und auch bei größerer Entfernung bewirkt eine beträchtlichere Ungleichheit nur einen Fehler im Höhenunterschied, der der Differenz der Abweichungen des wahren vom scheinbaren Horizont in den Punkten b und f gleich ist.

Von größerem Einfluß auf das Resultat als diese Abweichung ist eine ungenaue Konstruktion des Horizonts, d. h. ein nicht vollkommener Parallelismus der Absehlinie mit dem Horizont. Diese Abweichung, welche bei der Aufstellung des Instruments in dem einen der abzuwägenden Punkte den Höhenunterschied beträchtlich fehlerhaft machen kann, fällt bei Aufstellung zwischen den Punkten aus dem Resultat heraus, wenn man die Entfernungen von ihnen sehr nahe gleich macht.

Das Resultat dieser Ueberlegungen ist also, daß man möglichst nur „aus der Mitte" nivellieren soll, und daß hierbei die Entfernungen des Instruments von den beiden einzunivellierenden Punkten nahe gleich sein müssen; von dieser Bedingung kann man nur dann absehen, wenn die Entfernungen klein (bis 50 m) sind, und wenn der Parallelismus zwischen Absehlinie und Horizont vollkommen ist.

Die Nivellierlatten tragen eine in cm ausgeführte Teilung, deren Nullpunkt an den Erdboden gebracht wird. Wenn das Instrument nicht mit vergrößerndem Fernrohr ausgerüstet ist, so wird eine an der Latte verschiebbare Zieltafel von dem Gehilfen so lange verschoben, bis ihre Mitte von dem Beobachter am Instrument in dessen Horizont gesehen wird, und dann ihre Stellung an der Teilung vom Gehilfen abgelesen. Anderenfalls — und das ist fast die Regel — ist die Zieltafel unnötig, der Beobachter liest durchs Fernrohr direkt den Teilstrich der Latte ab, welcher vom Horizontalfaden im Fernrohr gedeckt wird. Für starke Gefälle benutzt man Latten, die zum Verlängern eingerichtet sind. Die genaue Vertikalstellung der Latte wird durch ein angehängtes Lot oder besser durch eine an die Latte geschraubte Dosenlibelle kontrolliert.

Um also den Höhenunterschied zweier Punkte 1 und 2 durch Nivellement zu bestimmen, stellt man das Instrument in einem passenden Punkt m der Senkrechten auf, welche etwa in der Mitte der Verbindungslinie 1,2 errichtet ist, bringt seine Absehlinie horizontal in die Richtung m1 und liest die im Punkt 1 aufgestellte Latte ab, bringt darauf die Absehlinie bei ungeänderter Höhe horizontal in die Richtung m2 und liest die inzwischen im Punkt 2 aufgestellte Latte ab. Die Summe der Entfernungen m1 + m2 beträgt in der Regel höchstens 50 + 50 = 100 m, sie kann aber auch erheblich größer sein, nur muß dann auf genaue Gleichheit von m1 und m2 geachtet werden. Voraussetzung ist aber natürlich immer, daß bei der größeren Entfernung die Teilung der Latte noch gut zu erkennen ist, und daß bei größerem Höhenunterschied die Absehlinie nicht vor der Latte den Erdboden trifft oder über den Gipfel der Latte hinweggeht. Andernfalls tritt an Stelle des „einfachen" Nivellements das „zusammengesetzte". Dieses wird also zur Notwendigkeit bei großem Höhenunterschied oder bei großer Entfernung von 1 und 2, aber es empfiehlt sich auch dann, wenn der Höhenunterschied die zulässige Größe und die horizontale Entfernung die Tragfähigkeit des Fernrohrs nicht überschreitet. Denn, wie die Fehlerrechnung zeigt, ist bei kürzeren Zielweiten wegen der besseren Erkennbarkeit der Lattenteilung der Fehler des Nivellements kleiner, als bei längeren, und deshalb wird man, wenn es auf Genauigkeit der Ausführung ankommt, das zusammengesetzte Nivellement trotz der durch öftere Aufstellung des Instruments bedingten größeren Arbeit dem einfachen vorziehen.

In den meisten Fällen handelt es sich aber nicht allein und weniger darum, den Höhenunterschied der Endpunkte einer Linie, als vielmehr das Gefälle in allen Teilen ihrer Länge zu erfahren. Dann stellt man die Latte in allen Punkten

mit wechselndem Gefälle auf, mißt die Höhenunterschiede je zweier aufeinander folgender Punkte und auch ihre horizontalen Entfernungen und stellt das Resultat graphisch dar, indem man die im allgemeinen nicht in einer einzigen Vertikalebene verlaufende Linie geradlinig ausstreckt, sie im verjüngten Maßstab darstellt und die Höhenunterschiede der Punkte gegen einen zu wählenden Nullpunkt (in größerem Maßstab als derjenige der Horizontalentfernungen) als Perpendikel aufträgt. Die Verbindungslinie ihrer Gipfelpunkte ist das „Profil“ der Linie, zum Unterschiede vom „Querprofil“ auch „Längenprofil“ genannt. Das Profil Fig. 59 ist mit zwei

Fig. 59.

Instrumentenaufstellungen J^1 und J^2 aufgenommen, die punktierten Linien geben die Horizonte in beiden an, die Latte ist der Reihe nach in den Punkten 0, 1, 2, 3 aufgestellt, der Punkt 3 ist Wechselpunkt der Latte, sie wird in ihm nur um 180⁰ gedreht und von der neuen Aufstellung J^2 des Instruments aus nochmals abgelesen. Es wird nun die Latte in die zwischen 3 und 4 liegenden Zwischenpunkte gebracht, die durch ihre horizontalen Entfernungen von 3 als (3) + 8,0 m . (3) + 12,2 m etc. bezeichnet sind, und weiter nach 4, 5 und 6. 6 ist bei Fortsetzung des Nivellements wieder Wechselpunkt. Die horizontalen Entfernungen der Punkte 0—1, 1—2, 2—3, 3—4, 4—5, 5—6 sind zu 30 m abgemessen.

Die Lattenablesungen werden in folgender Weise notiert:

Punkt	Ablesung	Fallen (einzeln) +	Steigen (einzeln) —	Fallen (gesamt) +	Steigen (gesamt) —	Bemerkungen
(0)	1,413 m					Ausgangspunkt
(1)	1,407		0,006		0,006	
(2)	1,920	0,513		0,507		
(3)	3,045	1,125		1,632		Wechselpunkt
(3)	1,022					
(3) + 8,0 m	1,530	0,508		2,140		Böschungsrand
(3) + 12,2 m	2,170	0,640		2,780		Bachrand
(3) + 17,0 m	2,460	0,290		3,070		Bachsohle
(3) + 25,0 m	2,170		0,290	2,780		Bachrand
(4)	1,825		0,345	2,435		
(5)	1,740		0,085	2,350		
(6)	1,216		0,524	1,826		Wechselpunkt
(6)	1,918					

Punkt (0) ist der Ausgangspunkt des Nivellements, die 5. und 6. Vertikalreihe enthalten die Höhen der übrigen Punkte über dem Horizont von (0). Ist dessen Höhe über einem Normalhorizont bekannt, so lassen sich auch die der übrigen Punkte sofort in Normalmaß ausdrücken. Die in der zweiten Vertikalreihe stehenden Zahlen heißen Quoten (Koten) der Punkte, worunter man also ihre Abstände von den durch das Nivellierinstrument (in J^1, J^2 . . .) konstruierten Horizonten versteht. Dagegen sind die in der 5. und 6. Reihe enthaltenen Zahlen die Koten bezüglich des durch Punkt (0) gehenden, des eigentlichen Vermessungshorizonts.

Die horizontalen Entfernungen der Punkte mißt man zweckmäßig mit dem Okularfadendistanzmesser, man liest also die Nivellierlatte außer am Mittelfaden des Fernrohrs auch noch an zwei gleichweit von ihm abstehenden Fäden ab.

Da man eine Kontrolle für die Richtigkeit des Nivellements nur dann hat, wenn die Linie in sich zurückläuft oder an zwei Punkten mit bekanntem Höhenunterschied endet, so empfiehlt es sich, in allen anderen Fällen ein Doppelnivellement auszuführen, nämlich die Linie in beiden Richtungen, jedesmal mit anderen Aufstellungen des Instruments, zu nivellieren und aus den beiden Ablesungen an der Latte am gleichen Punkt, falls sie innerhalb der Fehlergrenzen übereinstimmen, das Mittel zu nehmen. Die Abweichungen zwischen den Höhenunterschieden der Endpunkte der Linie soll höchstens $9\sqrt{n}$ mm betragen, wenn die Länge der Linie n. 100 Meter beträgt. Selbstverständlich sind die Aufstellungspunkte der Latte sorgfältig zu verpflocken, wenn es sich um Konstruktion eines Profils handelt; während, wenn durch ein zusammengesetztes Nivellement nur der Höhenunterschied der Endpunkte bestimmt werden soll, von einer Verpflockung abgesehen und nur für sichere Aufstellungen der Latte gesorgt wird.

Den Verlauf des Geländes in einer zur Richtung eines (Längen-)Nivellements senkrechten Richtung stellt man durch ein Querprofil dar. Die Querprofile sind gewöhnlich nur kurz im Vergleich zum Längenprofil, ihren Maßstab nimmt man in der horizontalen und vertikalen Richtung gleich an, so daß das Gelände ohne Verzerrung zur Darstellung gelangt, und meist konform dem Maßstab der Perpendikel im Längenprofil. In dem Querprofil wird sein Schnittpunkt mit dem Längenprofil angemerkt. Die Ansprüche an die Genauigkeit der Aufnahme sind meist geringer als beim Längenprofil, man benutzt deshalb ein ganz einfaches Nivellierinstrument, vielfach — namentlich bei starker Bodenneigung — nur die Setzlatte, d. h. eine mittelst Libelle horizontal zu legende Meßlatte von etwa 3 m Länge, an deren einem Ende rechtwinklig zu ihr ein Maßstab verschiebbar ist, mit dem Nullstrich auf dem Erdboden. Verwendet man ein Nivellierinstrument, und ist das Gefälle im Querprofil gering, so stellt man das Instrument in der Nähe des Schnittpunkts mit dem Längenprofil auf und bringt die Latte der Reihe nach auf die verschiedenen Punkte des Querprofils.

Durch Bestimmung eines Längenprofils und einer Anzahl (kurzer) Querprofile erhält man Kenntnis von der Konfiguration eines Geländestreifens. Ein allseitig ausgedehntes Gelände nivelliert man durch Bestimmung einer größeren Anzahl über die ganze Fläche zerstreuter Punkte. Man stellt die Latte über einem Punkt auf, der als Nullpunkt der Höhen dienen soll, oder dessen Höhe über einem Normalhorizont bekannt ist, und darauf über allen denen der ausgewählten Punkte, die in der Zielweite des Instruments liegen. Darauf wird der Standort des Instruments gewechselt, die Latte wieder zunächst über einem der schon angezielten Punkte (einem Wechselpunkt) aufgestellt usw. Man erhält so die Höhen aller ausgewählten Punkte der Fläche über einem (Normal-)Horizont. Im allgemeinen ist eine Horizontalaufnahme der Fläche schon vorhergegangen, die ermittelten Höhenzahlen trägt man in den Grundplan ein. Ueber das tachymetrische Flächennivellement cf. § 28.

Als Normal-Nullpunkt (N.N.) der Höhen dient der Nullpunkt des Amsterdamer Pegels. Er ist in Deutschland festgelegt durch eine Teilung an einem Pfeiler der Berliner Sternwarte, deren Nullpunkt, der Normal-Höhenpunkt, 37 m über N.N. liegt.

b) Nivellierinstrumente. Jedes Nivellierinstrument besitzt notwendig eine Vorrichtung zum Herstellen einer horizontalen Absehlinie. Hierzu kann entweder ein Lot dienen, wodurch die zum Horizont Senkrechte bezeichnet ist, oder eine ruhende Flüssigkeit. Das Lot benutzen die sogen. Pendelinstrumente, welche alle eine nur mäßige Genauigkeit bieten. Die Absehlinie wird bei ihnen durch Diopter hergestellt. Das

Bosesche Instrument kann als Repräsentant der Pendelinstrumente gelten; es ist ausreichend zum Nivellement von Waldwegen und zum Messen von Baumhöhen.

Bei der Kanalwage bezeichnen die Kuppen einer ruhenden Flüssigkeit in einer kommunizierenden Röhre aus Glas zugleich den Horizont und die Absehlinie. Man visiert mit dem Auge über die beiden Flüssigkeitskuppen hinweg nach einer Latte mit verschiebbarer Zieltafel. Die Kanalwage wird entweder auf ein Stativ gestellt, auf welchem sie um eine senkrecht stehende Achse gedreht werden kann, wobei dann die Verbindungslinie der Flüssigkeitskuppen eine Horizontalebene beschreibt, oder sie wird in freier Hand gehalten. Sie besteht in diesem Falle ganz aus Glas und bildet ein geschlossenes Glasröhrensystem von rechteckiger Form. Der Beobachter mißt zu Beginn die Höhe seines Auges über dem Erdboden bei aufrechter Haltung.

Die Genauigkeit der mit der Kanalwage ausgeführten Nivellements ist offenbar nur sehr gering, da sogar ohne Diopter beobachtet wird. Dennoch wird sie auf kleiner Fläche oft angewandt, um die Lage von Punkten in einer Horizontalebene zu kontrollieren.

Am schärfsten fällt die Horizontalität der Absehlinie dann aus, wenn sie mittelst einer Libelle hergestellt wird. Die Libelleninstrumente verdrängen deshalb alle anderen immer mehr, und zugleich tritt das mit Fadenkreuz versehene Fernrohr fast überall an die Stelle des Diopters. Ein einfach konstruiertes, aber an Genauigkeit jedes Pendelinstrument und die Kanalwage übertreffendes Libelle-Fernrohr-Instrument läßt sich schon mit geringen Kosten beschaffen. Das Stativ dieser Nivellierinstrumente unterscheidet sich meist gar nicht von dem Theodolit-Stativ. Empfehlenswert ist für Nivellements auf stärker geneigtem Boden, eins der drei Beine zum Verlängern einzurichten. Bei der Aufstellung des Instruments tritt man die Füße des Stativs zunächst soweit ein, daß sein Tischchen nach einer aufgesetzten, schwach empfindlichen Dosenlibelle beurteilt, horizontal steht. Als Untergestell des Instruments dient meist ein Dreifuß, wie beim Theodolit, mit Stellschrauben, der auf dem Stativ durch Zentralschraube befestigt wird. Fernrohr und Röhren-Libelle ruhen auf dem Dreifuß und sind um eine Achse drehbar, die möglichst genau vertikale Lage erhalten soll.

Eine Prüfung des Instruments hat die Erfüllung folgender beiden Bedingungen anzustreben: die Libellenachse soll 1) rechtwinklig zur vertikalen Drehungsachse und 2) parallel zur Absehlinie sein. Nehmen wir zunächst an, es handle sich um ein Instrument einfacherer Konstruktion, bei welchem Fernrohr und Libelle in fester Verbindung untereinander und mit dem Dreifuß sind. Das erste erreicht man dann, wie beim Theodolit, mittelst der drei Fußschrauben und der Korrektionsschraube an der Röhrenlibelle: durch Drehen der Fußschrauben wird erreicht, daß die Libellenblase beim Drehen um die Achse ihre Einstellung nicht ändert — womit die Drehungsachse vertikal ist — und durch Verstellen der Korrektionsschraube, daß diese Einstellung in der Mitte der Libellen-Teilung liegt, womit die Drehungsachse senkrecht zur Libellenachse ist. Die Zielachse aber wird parallel zur Libellenachse gemacht durch folgenden Versuch: Man stellt das Instrument zuerst gleichweit von zwei, vielleicht um 100 m voneinander entfernten Punkten auf, die Latte in den beiden Punkten — Ablesungen L_1 und L_2 —, darauf in der Verlängerung der Verbindungslinie, aber ziemlich nahe dem einen Punkt (1) — Ablesungen L_1' und L_2'. Die Höhendifferenz der Punkte (1) und (2) ist, unabhängig von einem Nichtparallelismus der Ziel- und Libellenachse, gleich $L_1 - L_2$. L'_1 ist ebenfalls — wegen der Nähe des Instruments an Punkt (1) — als richtig anzusehen, aber L'_2 ist wegen der größeren Entfernung des Instruments von Punkt 2 von einem Parallelismusfehler beeinflußt. Somit ist L_2' so zu bestimmen, daß es der Gleichung $L_1' - L_2' = L_1 - L_2$ genügt, d. h. es sollte sein

$L_2' = L_1' - (L_1 - L_2)$. Ergibt sich hieraus bei Einsetzung der Werte für $L_1'L_1L_2$ ein von dem beobachteten abweichender Wert von L_2', so ist das Fadenkreuz des Fernrohrs in vertikaler Richtung soweit zu verschieben, daß die berechnete Zahl vom Faden gedeckt wird.

Wenn Libellen- und Zielachse als parallel erkannt sind, hat man nach Anvisieren der Latte nur die Libelle mittelst der Fußschrauben zum Einspielen zu bringen, und wenn die Latte versetzt wird, das Instrument aber auf seinem Standort bleibt, kleine Ausweichungen der Blase, die beim Drehen um die Vertikalachse auftreten, mittelst der Fußschrauben zu beseitigen. Das genaue Einspielen wird bei vielen Instrumenten durch eine Elevationsschraube erreicht, die in der Nähe des Okularteils wirkend dem Fernrohr kleine Drehungen um eine in der Nähe des Objektivs liegende Horizontalachse erteilt. Bei einer bestimmten Stellung dieser Schraube ist die Libellenachse zur Vertikalachse senkrecht. Man findet diese Stellung leicht durch Einspielenlassen der Libelle, Drehung um 180° und Beseitigung der einen Hälfte des auftretenden Libellenausschlags durch die Fußschrauben und der anderen Hälfte mit der Elevationsschraube.

Diese Vereinigung von roher, allgemeiner Horizontierung (durch die Fußschrauben) und feiner, besonderer (durch die Elevationsschraube) stellt die beste Anordnung dar und findet sich deshalb auch bei den genauesten Instrumenten.

Zu je feineren Messungen ein Instrument Verwendung finden soll, desto mehr macht man seine einzelnen Teile voneinander unabhängig: Statt das Fernrohr mit dem Dreifuß fest zu verbinden, macht man es umlegbar und in seinen Lagern drehbar sowie die Libelle auf dem Fernrohr umsetzbar. Die Prüfung läßt sich so genauer und eingehender vornehmen, aber es ist zu bedenken, daß ein solches, aus versetzbaren Teilen zusammengestelltes Instrument auch einer besonders vorsichtigen Behandlung bedarf und sich deshalb für die Praxis forstlicher Messungen weniger eignet.

Bequem ist die Anbringung eines drehbaren Planspiegels über der Libelle, damit der Beobachter vom Fernrohrokular aus leicht und ohne den Kopf heben zu müssen, den Stand der Blase kontrollieren kann. Noch bequemer ist die bei französischen Apparaten und auch bei einer Anzahl deutscher angebrachte Vorrichtung, die Blase im Fernrohr neben dem Lattenbilde und gleichzeitig mit diesem zu beobachten.

Bei diesen Instrumenten befindet sich die Libelle — es ist eine oben und unten sphärisch geschliffene (Reversions-)Libelle — an der durchbrochenen Seitenwand des Fernrohrs, ihr Bild erscheint vermittelst Reflexion in einem gegenüber, an der ebenfalls durchbrochenen anderen Seitenwand liegenden, um 45° gegen die Fernrohrachse geneigten Spiegel am Okular und wird gleichzeitig mit und neben dem Fadenkreuz und der Nivellierlatte gesehen. Im Moment des Einspielens der Blase liest man den vom Fadenkreuz gedeckten Lattenstrich ab. Das Instrument hat also den großen Vorteil, daß seine Angaben durch eine während der Visur und der Ablesung eintretende Aenderung des Libellenstandes — wie sie z. B. auf Moorboden vorkommen kann — nicht beeinflußt werden. Das Stativ kann wegen dieser Gleichzeitigkeit von Libelleneinstellung und Ablesung ganz leicht sein, man kommt meist mit dem Stockstativ, vielfach auch ohne Stativ aus. Nur beim Nehmen vieler Visuren von einem Punkte aus (Flächennivellement) empfiehlt sich ein dreibeiniges Stativ. Um von nicht vollkommenem Parallelismus zwischen Absehlinie des Fernrohrs und Libellenachse unabhängig zu sein, kann man die Ablesung wiederholen, nachdem das Fernrohr um 180° um die Visierlinie gedreht ist — die vorher untere Seite der Reversionslibelle liegt dann oben — und aus beiden Ablesungen das Mittel nehmen. Eine Elevations-Mikrometerschraube benutzt man zum scharfen Einstellen der Libellenblase. Die Genauigkeit der Messung mit solchen nach dem System Wagner gebauten „Taschen-

nivellierinstrumenten" wird auf $^1/_{500}$ bis $^1/_{1000}$ der Länge beim Halten in der Hand und auf $^1/_{20000}$ der Länge bei Benutzung eines Stockstativs (Stock mit gegengehaltener Strebe) angenommen.

Nach dem gleichen Prinzip werden von verschiedenen Werkstätten Gefällmesser verfertigt. Bei dem Tesdorpfschen, welcher unter dem Namen „Forstliches Universal-Spiegeldiopter (Prozent-Gefällmesser)" geht, befindet sich über dem Diopterrohr (Kreuzfaden am einen Ende, Schauloch am anderen), an dessen Stelle für größere Zielweiten ein Fernrohr tritt, eine Röhrenlibelle, deren Metallgehäuse auch unten durchbrochen ist. Unter ihr hat das Visierrohr eine Oeffnung, und darunter in seiner Achse, um 45° gegen sie geneigt und die eine Hälfte des Rohrquerschnitts einnehmend, einen Metallspiegel, der das Bild der Libellenblase nach dem Okular wirft. Ein auf dem Spiegel angebrachter Strich erscheint dem in das Schauloch sehenden Auge als Fortsetzung des Horizontalfadens des Fadenkreuzes. Die Libelle ist um eine die Absehlinie kreuzende Achse drehbar samt einer Alhidade, die auf einem seitwärts am Rohr angebrachten Halbkreis spielt und dessen Nullpunkt dann deckt, wenn die Libellenachse der Absehlinie parallel liegt. Die Teilung ist gewöhnlich in Gefällprozenten ausgeführt, eine Gradteilung läßt sich auf demselben Limbus nach Bedarf noch anbringen.

(Ueber die Verwendung dieser Instrumente beim Bau von Waldwegen, sowie für Messung der Höhe von Stämmen geben die betr. Abschnitte des Handbuchs näheren Aufschluß.)

§ 26. Barometrische Höhenmessung. Die barometrische Höhenmessung beruht auf der Abnahme des Luftdrucks mit zunehmender Entfernung von dem Erdmittelpunkt. Wäre die Atmosphäre, wenigstens über einem begrenzten Gebiet der Erde, in vollkommenem Gleichgewicht, dann würde in dem über diesem liegenden Teil des Luftmeers eine Fläche mit konstantem Luftdruck durch das Stück einer mit der Erdkugel konzentrischen Kugelfläche dargestellt sein, und der Höhenunterschied zweier Punkte dieses Gebiets wäre dem Abstand der durch sie gehenden Flächen konstanten Luftdrucks gleich und aus dem Unterschied der beiden Drucke ableitbar.

Diese Voraussetzungen treffen aber selbst für kleine Gebiete nur höchst selten zu, die Atmosphäre besitzt kaum jemals dasjenige Maß des Gleichgewichts, daß an zwei Punkten in gleicher Meereshöhe auch der gleiche Luftdruck herrschte, sie gelten aber freilich desto strenger, je kleiner die horizontale Entfernung der Punkte ist. Die barometrische Methode der Höhenmessung ist also auf nahe in derselben Vertikalen liegende Punkte zu beschränken, und auch dann nur unter der Bedingung, daß keine stärkere Luftströmung, die eben Folge von Gleichgewichtsstörungen ist, besteht. Bei Einhaltung dieser Bedingung kann man mit dem Barometer den Höhenunterschied horizontal benachbarter Punkte bestimmen, solange nicht hohe Ansprüche an die Genauigkeit der Messung gestellt werden, die eben nur durch eine nivellitische Bestimmung zu befriedigen sind.

Die Methode besteht also darin, daß man in zwei bezüglich ihrer Höhe zu vergleichenden Punkten den Luftdruck mißt. Da dieser aber fortwährenden Aenderungen unterliegt, so müssen beide Messungen gleichzeitig erfolgen oder doch wenigstens auf dieselbe Zeit reduziert werden. Bei stärkeren Schwankungen des Luftdrucks wird überhaupt nicht gemessen. Entweder wird also auf jedem der beiden Punkte ein Barometer aufgestellt und zu einer verabredeten Zeit je von einem Beobachter abgelesen, oder man liest ein Barometer zuerst in dem einen Punkte ab (Ablesung B_1), geht darauf mit dem Instrument nach dem anderen, liest es dort ab (Ablesung B_2) und bringt es nochmals nach dem ersten Punkte zurück (Ablesung B_1'). Richtet man es so ein, daß zwischen den drei Ablesungen gleiche Zeiten liegen und setzt weiter

voraus, daß eine kleine Differenz $B_1' - B_1$ entweder auf eine in der Zwischenzeit erfolgte gleichmäßige Luftdruckänderung zurückzuführen oder Folge kleiner Ablesungsfehler oder Instrumentänderungen ist, so sieht man $\frac{B_1 + B_1'}{2}$ und B_2 als vergleichbare Werte des Luftdrucks in den beiden Punkten an. Sind die Höhen einer größeren Anzahl von Punkten zu messen, so bringt man das Barometer der Reihe nach an alle, geht darauf in umgekehrter Folge zum Ausgangspunkt zurück und nimmt aus den beiden Ablesungen an jedem Punkt das Mittel. Besser eliminiert man die während der Messungen eintretenden Luftdruckschwankungen durch Beobachtung eines feststehenden Barometers. Liest ein zweiter Beobachter dieses während der Arbeitszeit des ersten ambulanten in kurzen Pausen ab, und notiert ein jeder die Zeit seiner Beobachtungen, so lassen sich nachträglich alle von dem ersten an den verschiedenen Punkten zu verschiedenen Zeiten gemachten Ablesungen auf die gleiche Zeit reduzieren. Am besten stellt man die Angaben des Standbarometers graphisch dar — Zeit = Abscisse, Aenderung seiner Angabe seit Beginn der Ablesungen am transportablen Instrument = Ordinate — und entnimmt aus der Kurve die an den Ablesungen des transportablen Barometers anzubringenden Korrektionen.

Wenn die Angaben des Standbarometers nur zur Ermittlung dieser Korrektionen dienen sollen, ist seine genaue Vergleichung mit dem transportablen Instrument nicht nötig. Es kann aber auch die Forderung gestellt sein, die Höhendifferenzen aller Punkte gegen den Aufstellungsort des Standinstruments zu bestimmen — etwa weil dessen Höhe über dem Meere bekannt ist; dann muß selbstverständlich (ebenso wie bei der an erster Stelle genannten Methode) auch eine sorgfältige Vergleichung der Angaben beider Instrumente, wenn sie nebeneinander aufgestellt sind, ausgeführt und eine Abweichung ihrer Angaben berücksichtigt werden.

Als Meßinstrument wendet der Praktiker heute nur selten noch das Quecksilberbarometer an, auch das Siedebarometer (Hypsothermometer) hat keinen Wert für die Praxis forstlicher Messungen, bei denen vorzugsweise das Metallbarometer (Federbarometer, Aneroid) benutzt wird. Dieses liefert aber keine absoluten Angaben des Drucks, und deshalb ist zu seiner Eichung und, da sich seine Angaben infolge kleiner Erschütterungen und Temperaturänderungen und selbst durch bloße Wirkung der Zeit in unberechenbarer Weise ändern, auch zu seiner Kontrolle ein Quecksilberbarometer unumgänglich nötig. Als Standbarometer bei der oben beschriebenen Methode dient häufig ein Quecksilberinstrument. Bei der Ablesung eines solchen beachte man, daß seine Angabe von der Temperatur des Quecksilbers und der einschließenden Glasröhre abhängt, und daß auch der Maßstab (von Messing z. B.) nur bei einer einzigen Temperatur, etwa 0° C., richtig sein kann. Man reduziert nun die Ablesung stets auf 0° C. Temperatur des Quecksilbers und der Glasröhre, und wird zugleich auch der Ausdehnung des Messingmaßstabs gerecht, wenn man 0,000162 B. t von der Ablesung B, wo t die Temperatur des Quecksilbers und des Maßstabs, subtrahiert. Ist das Barometer kein Heber-, sondern ein Gefäßinstrument, so ist wegen der kapillaren Depression des Quecksilbers in der Röhre noch eine Größe zu addieren, die von dem inneren Durchmesser der Röhre und der Höhe der Quecksilberkuppe abhängt und aus Tabellen zu bestimmen ist. (Für 10 mm Durchmesser und 1,3 mm Kuppenhöhe ist z. B. die Depression 0,4 mm). Ferner ändert sich mit dem Steigen und Fallen des Barometers auch etwas das Niveau im Gefäß. Ist deshalb der Nullpunkt des Maßstabs beim Barometerstand B_0 auf die Quecksilberfläche im Gefäß genau eingestellt, so ist bei einem andern Stand B zu diesem noch zu addieren $(B - B_0)\,\frac{d^2}{D^2 - d_1^2}$, wo d und d_1 der

innere und äußere Durchmesser der Röhre und D der innere des Gefäßes ist. Vollkommene Luftleere des Barometers werde vorausgesetzt, andernfalls wären die Luftdruckangaben zu klein.

An der Ablesung eines Metall-(Feder-)Barometers sind folgende drei Korrektionen anzubringen:

1) Die Temperaturkorrektion. Denn die Temperatur beeinflußt den Stand aus mehreren Gründen. Man subtrahiert von der Ablesung a. t, wo a der Temperaturkoeffizient, t die Temperatur des Instruments. Der Koeffizient ist gewöhnlich auf dem Instrument selbst angegeben, er ändert sich aber nicht selten mit der Zeit. Deshalb kontrolliere man ihn durch abwechselnde Ablesung des Instruments im geheizten Zimmer und im Freien. Jeder der beiden Temperaturen muß es aber hinreichend lange ausgesetzt werden. Schwankungen des Luftdrucks in der Zwischenzeit eliminiert man durch gleichzeitige Ablesung eines dauernd im Zimmer befindlichen Instruments.

2) Die Teilungskorrektion. Wenn man auch das Instrument so justieren kann, daß es einen gewissen Barometerstand B_0 (Mittelstand z. B. = 760 mm) nahezu richtig anzeigt, so schwindet diese näherungsweise Uebereinstimmung seiner Angabe B mit dem Barometerstand doch um so mehr, je mehr dieser sich vom Mittelstand entfernt. Versuche haben gezeigt, daß der Fehler sich durch b $(B_0 - B)$ ausdrücken läßt, wo b der Teilungskoeffizient, d. h. der in mm ausgedrückte Fehler eines Teils der Skala ist. Eine Tabelle der Teilungskorrektionen wird jedem Instrument beigegeben.

3) Die Standkorrektion ist diejenige Differenz, welche die nach 1) auf 0^0 reduzierte und nach 2) vom Teilungsfehler befreite Ablesung des Federbarometers noch gegen die gleichzeitige Angabe N eines Normalbarometers zeigt. Bestimmt man sie bei einem mittleren Stande B_0 und der Temperatur 0^0, so ist sie also $c = N - B_0$. Die Standkorrektion muß öfters ermittelt werden, da sie sich mit der Zeit und namentlich durch Erschütterungen leicht ändert.

Die Federbarometer lassen sich sehr empfindlich herstellen, sie lassen dann wohl kleine Luftdruckunterschiede erkennen, leiden aber in demselben Maße an einer großen Unsicherheit der absoluten Angaben. Auf diese kommt es aber in den allermeisten Fällen auch nicht an, man braucht nur die Luftdruckunterschiede, um die Höhenunterschiede zu bestimmen.

Wenn nun an zwei Punkten die (gehörig reduzierten) Ablesungen B_1 und B_2 gemacht sind, so erhält man den Höhenunterschied aus der Formel

$$H_2 - H_1 = 18\,400^m \,.\, (1 + 0{,}004 \,.\, t) \;(\log B_1 - \log B_2)$$

oder bequemer aus der Formel $H_2 - H_1 = 16\,000^m \,.\, (1 + 0{,}004 \,.\, t)\, \frac{B_1 - B_2}{B_1 + B_2}$.

Hier ist t das arithmetische Mittel der gleichzeitig mit B_1 und B_2 beobachteten Temperaturen der Luft an beiden Punkten, also $t = \frac{t_1 + t_2}{2}$. Ohne Formel lassen sich die Höhenunterschiede aufeinanderfolgender Punkte aus den in ihnen beobachteten Barometerständen leicht durch Interpolation berechnen, indem man (für nicht zu große Höhenunterschiede) die Aenderung der Höhe derjenigen des Luftdrucks proportional annimmt. Endlich kann man ohne alle Rechnung die angenäherten Höhen der Punkte über dem Meere auf Grund des Luftdrucks und der Temperatur aus den Jordanschen oder den Schoderschen barometrischen Höhentafeln entnehmen und daraus die genauen Höhenunterschiede bilden. Besonders häufige und bequeme Verwendung findet das Aneroid bei der Feststellung von Punkten gleicher

Höhe behufs Darstellung der Horizontalkurven (Niveaulinien, Höhenschichtenkurven cf. § 29).

§ 27. Trigonometrische Höhenmessung. Trigonometrisch wird der Höhenunterschied zweier Punkte durch Messung des Höhen- oder Tiefenwinkels bestimmt, den die Verbindungslinie der Punkte mit dem Horizont bildet; aus ihm und der anderweit bekannten oder zu messenden Horizontalentfernung der Punkte ist er zu berechnen. Als Instrument dient der Theodolit. Entweder ist eine Libelle auf dem Fernrohr selbst angebracht (Nivellier-Theodolit), deren Achsen-Parallelismus mit der Absehlinie nach dem in § 25 beschriebenen Verfahren zu prüfen ist. Diese Libelle ist vor jeder Visur zuerst zum Einspielen zu bringen, der Höhenkreis abzulesen, und diese Ablesung von derjenigen bei der Höhenvisur in Abzug zu bringen. Oder man kommt auch mit einer an der Alhidade in der Fernrohrrichtung angebrachten Röhrenlibelle vollkommen aus, die man, nachdem ihre Achse möglichst sorgfältig allgemein senkrecht zur Vertikaldrehungsachse gestellt war, vor jeder Visur mit Hilfe einer der drei Fußschrauben nochmals zum ganz scharfen Einspielen bringt. Eine kleine Exzentrizität des Höhenkreises und seiner Alhidade wird am besten durch Ablesung an zwei sich gegenüberstehenden Nonien eliminiert. Einer horizontalen Lage der Absehlinie sollte auch der Höhenwinkel Null am Höhenkreise entsprechen. Ist das nicht genau der Fall (Indexfehler), so wird ein Höhenwinkel in der einen Lage des Fernrohrs zu klein, in der anderen Lage um ebensoviel zu groß gefunden. Der Indexfehler fällt also aus dem arithmetischen Mittel der in beiden Fernrohrlagen gemessenen Winkel heraus.

Die Bezifferung des Höhenkreises läßt sich in verschiedener Weise anordnen, am empfehlenswertesten ist die in Fig. 60, bei welcher der horizontalen Ziellinie nicht die Ablesung 0°, sondern 90° entspricht, also zunächst nicht der Höhenwinkel, sondern sein Komplement zu 90°, der Zenitwinkel, abgelesen wird. Ist z. B. die Ablesung an den beiden Nonien 60° in der ersten Fernrohrlage, so erhält man (bei Abwesenheit eines Indexfehlers) in der zweiten Fernrohrlage 120° (Nadirdistanz, wenn der Winkel 60° eine Zenitdistanz war).

Fig. 60.

Die entsprechenden Höhenwinkel sind also

$$\alpha_1 = 90^0 - 60^0 \text{ und } -\alpha_2 = 90^0 - 120^0$$

$$\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} = \frac{120^0 - 60^0}{2} = 30^0.$$

Allgemein erhält man also bei dieser Art der Bezifferung den Höhenwinkel als halbe Differenz der in den beiden Fernrohrlagen gemachten Ablesungen.

Der Höhenunterschied der Punkte a und b (Fig. 61), in deren einem a der Theodolit sich befindet, während in dem anderen b ein Signal bd aufgestellt sein möge, ist

$$H_b - H_a = bc = bf + fc = df - db + fc$$

$$H_b - H_a = A \,.\, tg\alpha - S + J,$$

wenn A der horizontale Abstand der beiden Punkte, S die Höhe des Signals über b, und J die Höhe des Fernrohrs über a bedeutet. Uebersteigt aber A die Größe von 500 m, so wird es schon nötig, die Erdkrümmung zu berücksichtigen. Ferner geht auch infolge der Brechung des Lichts in den nach unten an Dichte zunehmenden Schichten der Atmosphäre die Absehrichtung über das Ziel d hinaus, man mißt den

Fig. 61.

Höhenwinkel zu groß. Beiden Einflüssen wird man in praktisch vollkommen genügendem Maße gerecht durch Zufügung von $\frac{1-k}{2r} \cdot A^2$, auf der rechten Seite der Gleichung, wo r der Erdhalbmesser und k, der Refraktionskoëffizient, rund gleich 0,13 ist.

Trigonometrisch bestimmt man einen Höhenunterschied nur dann, wenn die Horizontalentfernung A entweder aus einer vorhergegangenen oder gleichzeitig erfolgenden Horizontalaufnahme bekannt oder doch aus anderweiten Daten z. B. aus vorhandener Karte leicht herüberzunehmen ist. Seltener wird sie direkt durch Längenmessung nur für den Zweck der Höhenbestimmung ermittelt. Doch kann auch eine andere Strecke für die Entfernung ab eintreten. Es gebe z. B. in der Nähe des einen (a) der beiden Punkte a und b (Fig. 62) zwei andere c und d, deren Horizontalentfernung cd bereits bekannt (z. B. aus ihren Koordinaten) oder leicht erhältlich ist. Dann ist

Fig. 62.

$$cb = cd \cdot \frac{\sin\chi}{\sin(2R-\varphi-\chi)} = cd \cdot \frac{\sin\chi}{\sin(\varphi+\chi)} \text{ und } db = cd \cdot \frac{\sin\varphi}{\sin(2R-\varphi-\chi)} = cd \cdot \frac{\sin\varphi}{\sin(\varphi+\chi)}$$

Es wären also nur die Winkel φ und χ am Horizontalkreis des Theodoliten zu messen, um cb und db berechnen zu können. Während dieser Messungen bestimmt man gleichzeitig die Höhenwinkel α und β von cb und db und berechnet aus α, β, cb und db trigonometrisch die Höhenunterschiede $H_b - H_c$ und $H_b - H_d$. Bestimmt man nun weiter die Höhenunterschiede $H_a - H_c$ von a und c, sowie $H_a - H_d$ von a und d durch Nivellement, so ergibt sich der gesuchte Höhenunterschied $H_b - H_a$ doppelt als $(H_b - H_c) - (H_a - H_c)$ und als $(H_b - H_d) - (H_a - H_d)$. Ist die absolute Höhe über NN eines der Punkte c und d bekannt (wenn der Punkt z. B. einen Nivellementsbolzen der Landesaufnahme trägt), so folgen nun auch die absoluten Höhen von a und b.

§ 28. Tachymetrische Aufnahmen. Ein Gebiet bezeichnet man als tachymetrisch aufgenommen, wenn für alle Punkte die drei Koordinaten mittelst eines einzigen Instruments, des Tachymeters, und von möglichst wenigen Standpunkten des Instruments aus bestimmt worden sind. Die Koordinaten eines Punkts sind dann seine horizontale Entfernung vom Standpunkt des Tachymeters, der Höhenunterschied gegen diesen und das Azimut der Entfernung, bezogen auf eine beliebig angenommene Richtung oder auf den magnetischen oder astronomischen Meridian. Der Theodolit wird zum Tachymeter durch Hinzufügung eines Distanzmessers und möglichst noch einer Bussole, das Bussoleninstrument wird zur tachymetrischen Aufnahme brauchbar durch Hinzufügung eines Distanzmessers und eines Höhenkreises, und auch Meßtisch-Tachymetrie läßt sich treiben, wenn die (mit Höhenkreis ausgestattete) Kippregel noch mit einem Okularfaden-Distanzmesser versehen ist (eine Bussole ist dem Meßtisch gewöhnlich schon beigegeben). Die wesentliche Zugabe, welche ein Instrument zu einem Tachymeter (Schnellmesser) macht, ist der in § 20 schon behandelte Distanzmesser, denn mit ihm kann man, nach Aufstellung einer Latte in dem anvisierten Punkt und bei Berücksichtigung des Höhenwinkels der Visierlinie, 1. die horizontale Entfernung und 2. den Höhenunterschied messen. Stattet man mit ihm also einen Theodolit aus, so wird derselbe zu einem Tachymeter-Theodolit, denn die Horizontal-Projektionen der Winkel zwischen den Visierlinien nach den anvisierten Punkten werden am Horizontalkreis gemessen und also auch die dritten Koordinaten, die Azimute, bezogen zunächst auf eine beliebige Richtung, und wenn deren astronomisches Azimut bekannt ist, auch die astronomischen Azimute

erhalten. Ist noch eine Busole aufgesetzt, so können auch die magnetischen Azimute der Visierlinien bestimmt werden.

Die Tachymeter-Instrumente sind also wesentlich nichts anderes als distanzmessende Theodolite, Bussoleninstrumente und Kippregeln, die sämtlich früher schon besprochen sind. Es erübrigt nur anzuführen, daß es auch Tachymeter-Theodolite gibt, welche unter Fortfall des Höhenkreises den horizontalen und vertikalen Abstand der Punkte an mit dem Instrument verbundenen Skalen direkt, ohne die nach § 20 erforderliche Rechnung (die aber beim Gebrauch eines Tabellenwerks auch erspart werden kann) abzulesen gestatten (Schiebe-Tachymeter von Kreuter und Wagner-Fennel). Dieser Bequemlichkeit stehen aber folgende Nachteile gegenüber: 1) Notwendigkeit, die Latte schief (d. h. senkrecht zur Visur) zu halten, 2) infolge Einstellens der Skalen Vermehrung der Arbeit im Gelände, die man wegen ihrer Abhängigkeit vom Wetter immer einzuschränken bestrebt sein sollte zu Lasten der Hausarbeit. 3) Größere Empfindlichkeit des Instruments gegen störende Einflüsse, Zunahme des Gewichts und schwerfällige Handhabung. Aus diesen Gründen sind die Schiebe-Tachymeter dem Praktiker nicht zu empfehlen, in dessen Händen ein kleiner Theodolit mit Ablesung bis auf eine Minute oder auch eine Bussole mit Höhenkreis und Okularfaden-Distanzmesser viel besser den Zweck erfüllt.

Die zuerst zu lösende Aufgabe ist die Auswahl der Standpunkte für das Instrument. Von einem jeden Standpunkt aus sollen möglichst viele der aufzunehmenden Punkte anvisiert werden können. Die Standpunkte sind zu verpflocken. Von der Genauigkeit, mit welcher ihre gegenseitige Lage festgelegt wird, hängt wesentlich die Schärfe der tachymetrischen Aufnahme ab. Am besten ist es also, solche Punkte zu benutzen, deren Lage durch genaue azimutale, horizontale und vertikale Messungen zuvor schon festgestellt ist, also Punkte der Landesaufnahme (§ 30) oder solche, die vorher durch Kleintriangulierung (§ 31) oder polygonale (§ 33) und nivellitische Messung bestimmt wurden. Wenn die Zahl dieser vorhandenen bekannten Punkte nicht genügt, so kann man an sie noch weitere Aufstellungspunkte auf tachymetrischem Wege anbinden. Wenn nur geringe Genauigkeit beansprucht wird, dann kann man auch das ganze Netz der Standorte ausschließlich tachymetrisch festlegen. Zur Bestimmung der Höhen über NN. wäre es nur erforderlich, das Netz an einen Punkt mit bekannter Höhe anzuschließen (Nivellementsbolzen der Landesaufnahme, Höhenmarke eines Bahnhofsgebäudes).

Bezüglich der Auswahl der Lattenpunkte, soweit sie nicht fest vorgeschrieben ist, beachte man, alle solche Punkte aufzunehmen, die die Form der Erdoberfläche charakterisieren, und sie in Zügen in der Richtung des größten Gefälls anzuordnen. Das letztere ist für die Konstruktion der Horizontalkurven (§ 29) von Vorteil. Wesentlich ist der Gebrauch eines guten Handrisses d. h. eines nach Augenmaß oder mit einem kleinen Meßtisch angefertigten Grundrisses der Fläche, in welchem die aufzunehmenden Punkte mit fortlaufenden Nummern bezeichnet sind. Weniger wichtige Punkte oder solche, die von einem der Standpunkte nicht zu erreichen sind, kann man von einem der aufgenommenen Punkte aus anschließen, indem man die Entfernung abschreitet, ihre Neigung gegen den Horizont mit einem einfachen Gefällmesser (§ 25) (woraus Horizontal- und Vertikal-Distanz folgt) und ihr Azimut mit einem Taschenkompaß bestimmt.

Nehmen wir zuerst an, es gäbe über das Gebiet verstreut eine Anzahl gut (z. B. durch drei Koordinaten) bestimmter Punkte, die als Standorte des Tachymeter-Theodolits dienen können. Man stellt ihn in einem derselben auf, berechnet nach § 17 das Azimut der Verbindungslinie mit einem zweiten Standort, stellt den Horizontalkreis

auf diese Zahl ein und dreht — was beim Vorhandensein einer Repetitionseinrichtung ja sehr leicht ist — bei festgeklemmter Alhidade das Instrument so, daß der zweite Standort vom Fadenkreuz gedeckt wird. Stellt man nun der Reihe nach auf die einzelnen Lattenpunkte ein, so liest man also am Horizontalkreis jedesmal sofort das zugehörige Azimut und an den Distanzfäden (mit Berücksichtigung der Einstellung des Höhenkreises) die horizontale und vertikale Distanz der Punkte ab. Auf dem zweiten Standpunkt wird der Horizontalkreis zunächst wieder in die Anfangsstellung, zu- oder abzüglich 180°, gebracht, das Fernrohr bei festgeklemmter Alhidade auf den ersten Standpunkt und darauf auf neue Lattenpunkte eingestellt; schließlich wird es auf den dritten Standpunkt gerichtet usw.

Es seien zweitens die Standpunkte zuvor nicht durch ihre Koordinaten festgelegt. Wenn mit dem Theodolit eine Bussole verbunden ist, deren Nullpunkt auf dem in der Vertikalebene der Visierlinie liegenden Durchmesser sich befindet, so kann man die Alhidade auf Null des Limbus stellen und dann bei festgeklemmter Alhidade unter Benutzung der Repetitionsvorrichtung das Instrument drehen, bis die Nordspitze der Magnetnadel auf Null zeigt. Die Visierlinie geht nun nach (magnetisch) Nord, und wenn man jetzt sogleich auf die Lattenpunkte einstellt, so sind die Ablesungen am Horizontalkreis ohne weiteres die magnetischen Azimute der Visuren. Weniger genau kann man sie auch an der Bussolenteilung direkt bestimmen.

Einer der Lattenpunkte wird nun zum neuen Standpunkt gemacht, den man auch durch Rückwärtsmessung nach dem ersten besonders genau festlegt, usw. Die Genauigkeit der tachymetrischen Aufnahme ist aber immer größer, wenn die Instrumentenstandpunkte durch eine voraufgegangene Horizontal- und Vertikalmessung schon vorher gegen einander festgelegt waren, so daß die tachymetrische Messung in dieser fortwährend eine Kontrolle findet.

Die kartographische Darstellung der Aufnahme geschieht, wenn eine trigonometrische oder polygonometrische Vermessung vorhergegangen war, in der Weise, daß man zunächst die Standpunkte des Tachymeters (durch ihre rechtwinkligen Horizontalkoordinaten) aufträgt; die Vertikalkoordinate schreibt man neben den Punkt. Die Lattenpunkte verzeichnet man darauf mit Hilfe von Transporteur und verjüngtem Maßstabe, an jeden der erhaltenen Punkte wird seine Höhenzahl angeschrieben.

Die außerordentlich bequeme tachymetrische Methode ist allein nicht anwendbar in ganz unübersichtlichem Terrain, also bei sehr dichter Bewaldung.

§ 29. Die Horizontalkurven. Das Nivellement einer Fläche und die daraus abgeleiteten Längen- und Querprofile liefern ebenso wie die tachymetrische Aufnahme sehr vieler Punkte zunächst noch kein anschauliches Bild von der Konfiguration eines Teils der Erdoberfläche, von ihren Erhöhungen und Vertiefungen. Das leisten nur die auf Grund der nivellitischen, tachymetrischen oder barometrischen Aufnahme in den Situationsplan eingezeichneten Horizontalkurven, auch Schichtenlinien, Höhenkurven, Isohypsen genannt. Es sind das diejenigen Kurven, in denen das Gebiet von einem System horizontaler Ebenen geschnitten wird; alle Punkte einer solchen Kurve haben also die gleiche Höhe. Den schneidenden Horizontalebenen gibt man den gleichen Abstand z. B. von 5 m oder von 10 m. Werden diese Kurven mit in den Situationsplan aufgenommen und je mit ihrer Höhenzahl bezeichnet, z. B. 120, 125, 130 m . . ., so kann man die Höhen auch aller zwischen den Kurven liegenden Punkte durch Interpolation feststellen und erhält zugleich ein Gesamtbild von der Konfiguration der Erdoberfläche. Da wo die Kurven dichter beieinander liegen, ist das Gefälle stärker; das stärkste Gefälle herrscht auf den die Kurven senkrecht durchschneidenden Richtungen, da auf ihnen der Horizontalabstand der Kurven

am kleinsten ist. Bei der Einzeichnung der Horizontalkurven kann man nun zwei Wege einschlagen: Entweder man nimmt im Gelände Punkte der Horizontalkurve auf und überträgt diese Punkte später auf den Situationsplan. Oder — und dies ist das fast allein übliche Verfahren — man bestimmt die Höhen passend ausgewählter, das Terrain bestimmender Punkte *beliebiger* Höhe im Gelände und konstruiert aus ihnen die Horizontalkurven erst auf dem Plan. Für diese Konstruktion, die im wesentlichen eine Interpolation von Punkten mit runden Höhen, z. B. 120 m aus Punkten mit nahe bei 120 m liegenden Höhen ist, sind eine große Zahl teils technischer, teils zeichnerischer Hilfsmittel in Vorschlag gebracht worden und werden teilweise auch angewendet. Man kommt aber ganz ohne solche aus, wenn man zuerst die Profile, am besten auf Koordinatenpapier zeichnet. Hiebei wählt man für die Ordinaten (Höhen) einen größeren Maßstab als für die Abszissen (Horizontalabstände). Seien z. B. a, b, c drei ganz oder nahe in gerader Linie liegende Punkte, deren Höhen zu 121,5 128,0 und 133,2 m bestimmt wurden. Nachdem aus ihnen (und den ebenfalls gemessenen Horizontalabständen) die Profillinie der drei Punkte gezeichnet ist, kann man aus ihr die Lagen zweier Punkte mit den Höhen 125 m und 130 m entnehmen. Aus anderen Profillinien werden weitere Punkte mit den Höhen 125 m und 130 m bestimmt und in die Karte eingetragen, und schließlich werden die beiden Kurven für die Höhen 125 m und 130 m in freiem Zuge gezeichnet.

Man soll aber niemals versäumen, schon im Gelände nach Augenmaß den voraussichtlichen Verlauf der Horizontalkurven in eine Skizze einzuzeichnen und diese bei der Hausarbeit zu Rat zu ziehen. Sonst sind, wenigstens bei komplizierten Terrainformen, Irrtümer bei der Zeichnung der Kurven nur schwer zu vermeiden.

Liegt umgekehrt eine Karte mit Schichtenlinien vor, so ist es leicht, mit ihrer Hilfe Profile zu zeichnen. Man lege in der Richtung, für welche man ein Profil zu haben wünscht, eine Gerade auf die Karte und entnehme mit Hilfe des Kartenmaßstabs als Abszissen die horizontalen Abstände der Punkte, in denen die Gerade die Horizontalkurven schneidet; die Ordinaten sind die bekannten Höhenunterschiede der Kurven. Gut zu gebrauchen sind die Horizontalkurven bei der Projektierung eines Wegs von bestimmtem Gefälle, der von einem Punkte a ausgehen und in einem Punkte z endigen möge. Man berechnet zuerst aus $L = H \cdot \operatorname{ctg}\alpha$ die horizontale Länge L einer Geraden, die den gegebenen Neigungswinkel α gegen den Horizont besitzt, und deren Endpunkt um den Vertikalabstand H zweier benachbarter Horizontalkurven höher liegt als der Anfangspunkt. Diese Länge (im Kartenmaßstab) nimmt man in den Zirkel, sticht in a (Fig. 63) ein (das auf einer Horizontalkurve liegen möge) und bringt die andere Spitze auf die nächste Kurve. Von den beiden in Betracht kommenden Punkten dieser Kurve wähle man z. B. den rechts liegenden b. Der Zirkel wird dann in b eingesteckt und Punkt c (auch wieder der rechts liegende) auf der nächsten Kurve gefunden usf. In der gleichen Weise verfährt man von Punkt z aus, um schließlich den Schnittpunkt s der beiden Züge zu finden. Der Weg abcdsxyz erfüllt die Bedingung, unter dem Winkel α gegen den Horizont zu verlaufen. So kann man — da von *jedem* der Zwischenpunkte aus immer *zwei* mögliche Wege bis zum nächstfolgenden gefunden werden — eine Anzahl von Wegzügen konstruieren und unter ihnen den den übrigen Anforderungen am besten genügenden auswählen.

Ueber die Benutzung der Horizontalkurven für die Zwecke des Waldwegebaus ist Weiteres zu ersehen im Abschnitt „Transportwesen" des Handbuchs.

Aus der Gleichung $L = H \cdot \operatorname{ctg}\alpha$ ergibt sich umgekehrt der Böschungswinkel α, wenn L und H gegeben sind; H ist aber der Vertikalabstand der Schichtenlinien, und der Horizontalabstand L zweier Punkte zweier benachbarter Schichtenlinien läßt sich mit dem Zirkel auf dem Maßstab der Karte abgreifen. Somit berechnet man α aus $\operatorname{tg}\alpha = \frac{H}{L}$ für jede zwei Niveaulinien verbindende Grade. Man gibt wohl auch der Karte von Haus aus einen „Böschungsmaßstab" bei, indem man für eine Reihe von Böschungswinkeln α zu gegebenem H die Horizontalabstände L berechnet und als (ungleiche) Teile einer geraden Linie aufträgt. Graphisch verfertigt man (weniger genau) den Böschungsmaßstab so, daß man mit dem Transporteur an eine Gerade die Winkel α etwa von 5^0 zu 5^0 anträgt und auf dem Winkelschenkel $\alpha = 90^0$ eine Senkrechte im Abstand H der Schichtenhöhe errichtet. Die Abschnitte, welche auf ihr durch die Winkelschenkel abgeschnitten werden, sind dann die zu den Winkeln gehörigen Horizontalentfernungen.

Durch die Terraindarstellung mittelst Schichtlinien ist fast vollständig die Methode der Bergstriche (Schraffen) verdrängt worden. Diese stellt die Bodenneigung durch schwarze Striche dar, deren Breite im Vergleich zu ihrem weiß bleibenden Abstand mit dem Böschungswinkel wechselt, derart, daß eine Fläche von z. B. 50^0 Neigung ganz schwarz dargestellt wird, während eine horizontale Fläche ganz weiß bleibt. Die Richtung der Bergstriche läuft mit der Richtung größter Bodenneigung, die Striche stehen demnach senkrecht auf den Horizontalkurven. Eine im Terrain sehr nahe horizontal verlaufende Richtung, z. B. die nur sehr schwach geneigte Sohle einer Schlucht, würde also im Plan durch eine weiße Linie dargestellt, während ihre Hänge mit senkrecht auf ihr stehenden Schraffen bezeichnet werden. Ist aber die Sohle etwas stärker geneigt, dann bilden die Schraffen der Hänge spitze Winkel mit ihr. Der Nachteil der Schraffierung besteht darin, daß sie das Detail der Karte namentlich bei stärkerer Bodenneigung unkenntlich macht, und daß man die Höhen nicht direkt ablesen kann.

IV. Triangulierung.

Wenn in dem Dreieck abc (Fig. 64) eine Seite ab und die drei Winkel $\alpha\beta\gamma$ (oder wenigstens zwei von ihnen, da der dritte dann durch Abzug ihrer Summe von 2R berechnet werden kann) gemessen sind, so lassen sich die beiden anderen Seiten nach dem Sinussatze berechnen, es wird

Fig. 64.

$$bc = ab \cdot \frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} \text{ und } ca = ab \cdot \frac{\sin\beta}{\sin\gamma}.$$

Man kann nun den Seiten dieses ersten Dreiecks drei weitere Dreiecke und diesen wieder andere anliegend denken; man braucht in ihnen nur die Winkel zu messen und kann doch nach obiger Regel die Seiten berechnen usf.

Gewisse Punkte der Erdoberfläche seien nun durch gerade Linien so verbunden, daß ein System von Dreiecken entsteht, von welchen ein jedes mit einem Nachbardreieck mindestens eine Seite gemeinsam hat. Dann sind also alle Seiten dieses Netzes von Dreiecken aus einer einzigen gemessenen Seite, der Basis, berechenbar, wenn nur genügend viele Winkel gemessen worden sind.

Das ist das Prinzip der Triangulierung, derjenigen Meßoperation, auf welcher die Aufnahme großer Teile der Erdoberfläche beruht.

§ 30. Landesvermessung. Die Vermessung eines ganzen Landes geht also von der — sehr genau zu ermittelnden — Kenntnis einer nicht sehr langen (etwa 4—8 km) Basis ab (Fig. 65) und einer großen Zahl sehr sorgfältig mit den besten Theodoliten gemessener Winkel aus; diese Größen werden zunächst zur Berechnung der Seiten gewisser Hilfsdreiecke abc, abd, bcd benutzt und aus diesen werden weiter die Seiten größerer Dreiecke cde, cdf, efc, efd berechnet. Die letzteren sind 20—50 und mehr km lang. An die Seiten fc, ce, ed, df legen sich weitere große Dreiecke an usf. Wenn man in einem der Eckpunkte noch die astronomische Nord-Süd-Linie und damit das Azimut einer von ihm ausgehenden Dreieckseite bestimmt, so lassen sich auch die Azimute aller anderen Dreieckseiten der Reihe nach auf die früher angegebene Weise berechnen. Aus den Azimuten und den Längen der Seiten berechnen sich weiter, wie in §§ 17 u. 18 gezeigt, die Koordinatendifferenzen der Endpunkte jeder Seite, und aus diesen endlich die Koordinaten selbst, wenn diejenigen eines Punkts anderweit bekannt sind oder willkürlich zu Null (Koordinatenanfangspunkt) angenommen werden.

Fig. 65.
e
a
b
c
d
f

Ein Dreiecksnetz mit Seiten von mehr als 20 km Länge heißt ein Netz I. Ordnung. Seine Koordinaten dienen nun als Ausgangspunkte für die Berechnung eines Netzes mit kürzeren, 10 bis 20 km langen Seiten, des Netzes II. Ordnung, das sich über das erste Netz herüberlegt. Auf dem Netz II. Ordnung beruht sodann ein solches III. Ordnung mit Seiten von 3—10 km Länge und auf diesem endlich das Netz IV. Ordnung, dessen Seiten nur 1—3 km lang sind. Die Dreiecke der beiden letzten Netze werden stets als ebene berechnet. Das Resultat einer solchen Landesvermessung ist also in dem Koordinatenverzeichnis einer großen Zahl, durch ihre Lage ausgezeichneter Punkte, der trigonometrischen Punkte I. bis IV. Ordnung, niedergelegt, aus welchem Auszüge jederzeit zur Verfügung stehen. Die Koordinatensysteme wechseln mit den Landesteilen, in Preußen sind allein etwa vierzig Systeme im Gebrauch.

§ 31. Anschluß einer Aufnahme an die Landesvermessung. Je größer und je reicher gegliedert eine aufzunehmende Fläche ist, desto mehr wird es nötig, der Aufnahme ein „Netz" zugrunde zu legen. Besitzt z. B. ein Polygon, etwa ein Wald, obzwar von mäßiger Größe, doch sehr viele Seiten, so legt man zur Vermeidung starker Fehleranhäufung um ihn ein „Netzpolygon" von weniger Seiten herum, vermißt dieses mit Theodolit und Stahlband und bindet darauf die Eckpunkte des gegebenen Polygons durch Fällung von Senkrechten auf die benachbarten Seiten des Netzpolygons an dieses an. Je größer das aufzunehmende Polygon ist, desto nötiger wird es, das Netzpolygon zu teilen, d. h. auch durch das Innere noch „Polygonzüge" zu legen, deren Enden in Punkten des äußeren Netzpolygons liegen, und an diese die innere Aufnahme etwa durch Fällung von Senkrechten anzuknüpfen.

An solche Polygonzüge, die, wie später auseinanderzusetzen, wieder in Haupt- und Nebenzüge zerfallen, knüpft die Stück-(Klein-)vermessung an. Abschnitte der Polygonzüge dienen ihr als Abszissenachsen bei der Aufnahme mittelst rechtwinkliger Koordinaten (§ 12). Wird, sobald die aufzunehmende Fläche eine gewisse Größe, meist 100 ha, überschreitet, die Bedingung gestellt, daß an die Landesvermessung angeschlossen werden soll, mit anderen Worten, daß die Koordinaten der Flächen-

punkte auf eins der Systeme sich beziehen sollen, welche bei der Landesaufnahme in Gebrauch sind, dann müssen die Polygonzüge an solche Punkte angeknüpft werden, deren Koordinaten in dem betr. System der Landesaufnahme gegeben sind, und das sind die trigonometrischen Punkte I.—IV. Ordnung.

Aber diese Punkte liegen, namentlich für die Aufnahme unübersichtlichen Terrains, wie es Waldungen sind, meist nicht dicht genug, es wird die Einschaltung weiterer Punkte erforderlich, und das kann entweder in der Weise geschehen, daß man über das Triangulationsnetz IV. Ordnung noch ein vollständiges engeres Dreiecksnetz (V. Ordnung) legt, oder so, daß man von den Punkten I.—IV. Ordnung aus nur noch einzelne günstig gelegene Punkte trigonometrisch bestimmt. Die Legung eines Netzes V. Ordnung kommt selten vor, in Preußen z. B. begnügt man sich mit der Einführung trigonometrischer „Beipunkte", die im Anschluß an die Punkte I.—IV. Ordnung trigonometrisch derart festgelegt werden, daß sich zwischen trigonometrischen Haupt- oder Beipunkten Polygonzüge von recht gestreckter Form führen lassen. In solchen Beipunkten läßt man gern verschiedene Polygonzüge sich durchkreuzen, so daß der Beipunkt zu einem „Knotenpunkt" von Polygonzügen wird. Ausnahmsweise, namentlich im Innern von Waldungen, kann man die trigonometrische Festlegung eines solchen Bei- und Knotenpunkts von trigonometrischen Hauptpunkten aus wegen beschränkter Visuren wohl auch unterlassen und den Knotenpunkt nur möglichst scharf dadurch festlegen, daß man seine Koordinaten aus allen in ihm zusammenlaufenden Zügen berechnet und das Mittel nimmt.

Im deutschen Reich ist die Landes-Triangulierung überall soweit gefördert, daß eine durchaus selbständige Dreieckslegung zum Zwecke einer größeren Waldvermessung wohl nirgends mehr nötig ist. Sollte aber das Landesdreiecksnetz irgendwo in seiner Entwicklung noch zurück, d. h. sollten die Dreiecke noch so groß sein, daß man in die Notwendigkeit versetzt würde, in diese zunächst noch eine Anzahl kleinerer Dreiecke hinein zu legen, so würde man doch auf alle Fälle die selbständige Ausmessung einer Basis und die Beobachtung ihres Azimuts sparen. Denn als Basis des neuen Dreiecksnetzes würde man eine der schon vorhandenen Dreiecksseiten wählen, deren Länge und Azimut aus den gegebenen Koordinaten ihrer Endpunkte sofort berechnet werden können (§ 17).

Es sei deshalb bezüglich der Legung und Ausmessung eines Dreiecksnetzes nur folgendes bemerkt. Die Auswahl der Punkte soll so geschehen, daß sie möglichst gleichmäßig über das aufzunehmende Gebiet verteilt sind, und daß man von jedem aus möglichst viele der übrigen anvisieren kann (Hohe Lage der Punkte). Man nehme Rücksicht darauf, daß recht viele von ihnen Standpunkte seien, d. h. solche, über denen man den Theodolit aufstellen kann. Die Fixpunkte, bei denen dies nicht möglich ist (Kirchtürme), sind wegen ihrer weiten Sichtbarkeit als Dreieckspunkte nicht ganz zu vermeiden, sollen aber an Zahl beschränkt sein. Eine Winkelmessung von ihnen aus ist nur bei exzentrischer Aufstellung des Theodolits möglich, erfordert also eine Reduktionsrechnung auf den wahren Winkelscheitel. Man nimmt von jedem Dreieckspunkt aus nach sämtlichen übrigen anvisierbaren (und zwar mehrfach) sowohl den Horizontal- als den Höhenwinkel. Die gemessenen Horizontalwinkel prüft man daraufhin, ob 1. alle Winkel um einen Punkt herum die Summe 4 R und 2. alle Winkel eines Dreiecks die Summe 2 R ergeben. Eine sich herausstellende kleine Abweichung wird auf die betreffenden Winkel gleichmäßig verteilt. Die Berechnung der Koordinaten kann unter Umständen von mehreren Dreiecksseiten der Landesaufnahme aus als Basis geführt werden, wodurch die Rechnung kontrolliert wird. Die Reihenfolge der Rechenoperationen (cf. § 18) ist: 1. Prüfung der Winkel auf die genannten beiden

Bedingungen und Ausgleichung, ev. wenn nur zwei Winkel eines Dreiecks gemessen werden konnten, Bestimmung des dritten durch Abzug der Summe der gemessenen von 2 R. 2. Berechnung der Dreiecksseiten nach dem Sinussatz. 3. Berechnung ihrer Azimute aus dem Azimut der Basis und den Dreieckswinkeln, 4. Berechnung der Koordinatendifferenzen der Eckpunkte aus der Länge und dem Azimut der verbindenden Dreiecksseite. In jeder geschlossenen Figur muß die Summe der Abszissen — wie der Ordinatendifferenzen aufeinanderfolgender Eckpunkte gleich Null sein, anderenfalls ist auf Null auszugleichen. 5. Berechnung der Koordinaten selbst. 6. Berechnung des Höhenunterschieds an den Enden jeder Dreiecksseite. Die algebraische Summe derselben sollte in jedem Dreieck gleich Null sein. Hierauf ist auszugleichen. 7. Bestimmung der Höhen selbst auf Grund der bekannten Höhe eines Basisendpunkts.

§ 32. Punkteinschaltung in Dreiecksnetze. Wenn durch die Landesvermessung bereits die Koordinaten der Netzpunkte IV. Ordnung gegeben sind, so genügt meist die Einschaltung weniger passend gelegener Punkte, von denen ein jeder unabhängig von den anderen mittelst zweier oder mehrerer Dreieckspunkte bestimmt wird.

Fig. 66.

Am meisten wird zu diesem Zweck die Methode des „Vorwärtsabschneidens" angewandt (Fig. 66). a und b sind zwei zugängliche Dreieckspunkte, von denen aus der einzuschaltende Punkt p angeschnitten werden kann. Ihre bekannten Koordinaten sind $x_a y_a$, $x_b y_b$. Gesucht sind die Koordinaten x, y von p.

Man messe die Horizontalwinkel α und β, und wenn möglich auch γ, damit eine Ausgleichung nach $\alpha + \beta + \gamma = 2\,R$ gemacht werden kann. Durch die Klammer ( ) sei das auf astronomisch Nord bezogene Azimut der in ( ) stehenden Seite bezeichnet. So ist

$$\mathrm{tg}(ab) = \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a} \qquad ab = \frac{y_b - y_a}{\sin(ab)} = \frac{x_b - x_a}{\cos(ab)}$$

$$ap = ab \cdot \frac{\sin\beta}{\sin\gamma} \qquad bp = ab \cdot \frac{\sin\alpha}{\sin\gamma}$$

$$(ap) = (ab) - \alpha \qquad (bp) = (ba) + \beta = (ab) + 2R + \beta$$

$$\sin(ap) = \frac{y - y_a}{ap} \qquad \cos(ap) = \frac{x - x_a}{ap}$$

also: $\quad y = y_a + ap\,.\sin(ap) \qquad x = x_a + ap\,.\cos(ap)$

und zur Kontrolle:

$$\sin(bp) = \frac{y - y_b}{bp} \qquad \cos(bp) = \frac{x - x_b}{bp}$$

also $\quad y = y_b + bp\,.\sin(bp) \qquad x = x_b + bp\,.\cos(bp).$

Für die Berechnung von (ab) beachte man, daß wegen des immer positiven Werts der Länge ab nach der 2. Gleichung das Vorzeichen von sin(ab) mit dem von $y_b - y_a$ und nach der 3. Gleichung das von cos(ab) mit dem von $x_b - x_a$ übereinstimmen muß; daß daher gemäß der 1. Gleichung der Azimutwinkel (ab) im

	1.	2.	3.	4.	Quadranten liegt,
wenn der Zähler	+	+	—	—	
und der Nenner	+	—	—	+	ist.

Man hat deshalb, wenn der Winkel im 3. Quadranten liegt, zwar in die tg-Tafel einzugehen, muß aber zu dem gefundenen Winkel 2R addieren, und wenn der Winkel im 2. oder 4. Quadranten liegt, die ctg-Tafel nachzuschlagen und 1 R oder 3 R hinzuzufügen.

Vielfach ist es nicht möglich, den Theodolit in der durch den Dreieckspunkt gehenden Vertikallinie aufzustellen; die Messung wird dann exzentrisch ausgeführt. Das Instrument befinde sich im Punkte c in der verhältnismäßig kleinen Entfernung ca vom Punkte a (Fig. 67). Man kann nun in c den exzentrischen Winkel ε und in b und p die (kleinen) Winkel ζ und η messen; so erhält man den gesuchten Winkel α aus $\varepsilon + \eta = \alpha + \zeta$ zu

$$\alpha = \varepsilon + (\eta - \zeta).$$

Fig. 67.

Die Messung der Winkel η und ζ kann man auch ersetzen durch die des Winkels δ und der kleinen Strecke ca, wenn man nur die Seiten ab und ap kennt. Es ist aber ab gegeben und $ap = ab \cdot \frac{\sin\beta}{\sin\gamma}$, und daraus berechnet sich $\sin\eta = \frac{ca}{ap} \cdot \sin(\delta + \varepsilon)$ $\sin\zeta = \frac{ca}{ab} \cdot \sin\delta$.

Fig. 68.

Die direkte Messung der Winkel α und β kann nun deshalb nicht möglich sein, weil die Visur von a nach b nicht frei ist. Sie lassen sich dann (Fig. 68) aus der Beobachtung nach zwei oder mehreren anderen Dreieckspunkten c, d, e, f, die von a oder b aus sichtbar sein sollen, ableiten. Man stelle von a aus der Reihe nach den Theodolit auf c, d und p ein und berechne die Winkel cap und dap. Da aus den gegebenen Werten der Koordinaten von c und d die Azimute (ac) = Nac und (ad) = Nad sofort zu berechnen sind, so folgen durch Summierung dieser Winkel und Azimute zwei Werte für das Azimut (ap) = Nap. In gleicher Weise gelangt man zur Kenntnis des Azimuts (bp). (ab) und ab sind nach den früheren Formeln aus den Koordinaten von a und b zu berechnen.

Daher ergeben sich nun auch die Winkel α, β, γ aus den Gleichungen:

$$\alpha = (ab) - (ap)$$
$$\beta = (bp) - (ba) = (bp) - (ab) + 2R.$$
$$\gamma = (pa) - (pb) = (ap) - (bp).$$

Die so berechneten Winkel sind der Probe $\alpha + \beta + \gamma = 2R$ zu unterwerfen. Nachdem die Winkel bestimmt sind, wird nach den früheren Formeln weiter gerechnet.

Mittelst des Vorwärtseinschneidens läßt sich fast stets die Punkteinschaltung bewirken, durch welche der Anschluß eines Polygonzuges des zu vermessenden Waldes an das Dreiecksnetz der Landesvermessung ermöglicht wird. Theoretisch interessant ist noch diejenige Methode der Anschlußgewinnung, welche 3 Punkte des Dreiecksnetzes als bekannt, jedoch unzugänglich voraussetzt, während der einzuschaltende Punkt die Aufstellung des Theodoliten gestattet (Pothenotsche Aufgabe).

Ferner kommt noch die „Aufgabe der zwei unzugänglichen Punkte" (Hansensche Aufgabe) in Betracht, bei welcher zwei Dreieckspunkte gegeben sind, auf denen der Theodolit nicht aufzustellen ist, während auf zwei einzuschaltenden Punkten, z. B. Polygonpunkten die Aufstellung erfolgen kann, und von beiden aus die zwei unzugänglichen Dreieckspunkte beobachtet werden können. Wir verzichten auf die Darstellung dieser beiden Methoden, da beim Anschluß einer Forstvermessung an ein vorhandenes Dreiecksnetz wohl kaum von ihnen Gebrauch gemacht werden wird.

§ 33. Legen von Polygonzügen unter Anschluß an die Landesaufnahme. Nachdem das Dreiecksnetz der Landesaufnahme durch trigonometrische Einschaltung weiterer Punkte vervollständigt ist, werden die Dreieckspunkte und die trigonometrischen Beipunkte durch polygonale Züge miteinander in Verbindung gebracht.

Der Polygonzug (Fig. 69) habe den Anfangspunkt o (Koord. $x_o\, y_o$), den Endpunkt n (Koord. $x_n\, y_n$) und die Brechungspunkte 1, 2, . . . n — 1 (Koord. $x_1\, y_1 - x_2\, y_2 - \ldots x_{n-1}\, y_{n-1}$). Die Brechungswinkel $\beta_1 = 012$, $\beta_2 = 123 \ldots$ mögen in der Richtung der Uhrzeigerbewegung, vom vorhergehenden zum folgenden Schenkel hin gemessen werden (in der Figur ist das Fortschreiten in der Richtung von o nach n gedacht).

1. Anschluß des Zugs in seinem Anfangspunkt an ein gegebenes Koordinatensystem. Es seien zuerst als gegeben vorausgesetzt die Koordinaten des Anfangspunkts $x_o\, y_o$ sowie diejenigen eines anderen von o aus sichtbaren Punkts p: $x_p\, y_p$.

Man messe den Anschlußwinkel $\beta_o = $ po1 im Punkt o, berechne den Richtungs- oder Azimutwinkel (p,o) aus $\operatorname{tg}\,(p,o) = \frac{y_o - y_p}{x_o - x_p}$, dann ist der Richtungswinkel von o nach 1

$$(o,1) = p,o) + \beta_o - 2R = \alpha_o.$$

Hieraus und aus den gemessenen Brechungswinkeln $\beta_1\, \beta_2 \ldots \beta_{n-1}$ berechnet man weiter die Azimutwinkel

$$(1,2) = (o,1) + \beta_1 - 2\,R = \alpha_1$$
$$(2,3) = (1,2) + \beta_2 - 2\,R = \alpha_2$$
$$- \quad \ldots - \quad - \quad -$$
$$(n-1,n) = (n-2, n-1) + \beta_{n-1} - 2R = \alpha_{n-1}$$

Die Seitenlängen des Polygonzugs seien gemessen zu

$$s_o = o,1 \quad s_1 = 1,2 \quad \ldots \quad s_{n-1} = n-1,n.$$

Es findet sich also jetzt

$$x_1 - x_o = s_o \cdot \cos\alpha_o \qquad y_1 - y_o = s_o \cdot \sin\alpha_o$$
$$x_2 - x_1 = s_1 \cdot \cos\alpha_1 \qquad y_2 - y_1 = s_1 \cdot \sin\alpha_1$$
$$- \quad - \quad - \quad - \qquad - \quad - \quad - \quad -$$
$$x_n - x_{n-1} = s_{n-1} \cdot \cos\alpha_{n-1} \quad y_n - y_{n-1} = s_{n-1} \cdot \sin\alpha_{n-1}$$

Aus diesen Gleichungen berechnet man der Reihe nach

$$x_1 = x_o + s_o \cdot \cos\alpha_o \qquad y_1 = y_o + s_o \cdot \sin\alpha_o$$
$$x_2 = x_1 + s_1 \cdot \cos\alpha_1 \qquad y_2 = y_1 + s_1 \cdot \sin\alpha_1$$
$$- \quad - \quad - \qquad - \quad - \quad -$$
$$x_n = x_{n-1} + s_{n-1} \cdot \cos\alpha_{n-1} \quad y_n = y_{n-1} + s_{n-1} \cdot \sin\alpha_{n-1}$$

$$\text{Summe} \quad x_n = x_o + \Sigma[s.\, \cos\alpha] \qquad y_n = y_o + \Sigma[s\,.\, \sin\alpha].$$

Die aus der Summengleichung folgenden Werte für $x_n\, y_n$ müssen mit den aus der vorhergehenden Gleichung hervorgegangenen übereinstimmen, wenn die Rechnung richtig geführt ist.

2. Anschluß des Zugs im Anfangs- und im Endpunkt an ein gegebenes Koordinatensystem. Sobald auch noch die Koordinaten $x_n\, y_n$ des Endpunkts n gegeben sind, liefern die letzten beiden Gleichungen nicht nur eine Rechnungs- sondern auch eine Messungsprobe, da $\Sigma[s\,.\,\cos\alpha]$ gleich dem gegebenen Wert von $x_n - x_o$ und $\Sigma[s\,.\,\sin\alpha] = y_n - y_o$ sein muß.

3. Vom Abschlußpunkt n des Zugs aus möge ein Punkt q mit den Koordinaten $x_q\, y_q$ angezielt werden können. Der Abschluß-Brechungswinkel β_n werde gemessen. Es sind also nunmehr vier trigonometrische Punkte durch ihre Koordinaten gegeben, p, o, n und q.

Die Richtungswinkel mögen von p, o, 1, 2 . . . . n bis q durchgezählt werden, sie seien

$(p,o) = \alpha_p \quad (o,1) = \alpha_o \quad (1,2) = \alpha_1 \; \ldots\ldots \; (n-1,n) = \alpha_{n-1} \quad (n,q) = \alpha_n$

Die gemessenen Brechungswinkel sind:

$$\beta_o \qquad \beta_1 \qquad \beta_2 \ldots\ldots\ldots \beta_n.$$

Man berechne $(po) = \alpha_p$ und $(n, q) = \alpha_n$ aus

$$tg\alpha_p = \frac{y_o - y_p}{x_o - x_p} \qquad tg\alpha_n = \frac{y_q - y_n}{x_q - x_n}$$

$\alpha_o \; \alpha_1 \ldots \alpha_{n-1}$ ergeben sich dann der Reihe nach aus

$$\alpha_o = \alpha_p + \beta_o - 2R$$
$$\alpha_1 = \alpha_o + \beta_1 - 2R$$
$$- \quad - \quad -$$
$$\alpha_{n-1} = \alpha_{n-2} + \beta_{n-1} - 2R$$

und als Rechenprobe

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + \beta_n - 2R$$

Summe $\alpha_n = \alpha_p + \Sigma\beta - z.2R.$

z . 2R ist ein unbestimmt bleibendes Vielfaches von 2R, das deshalb gar nicht bestimmt zu werden braucht, weil man zu jedem Richtungswinkel $\pm$ 4R beliebig addieren kann. Wegen unvermeidlicher Fehler in den Winkeln β wird $\Sigma\beta - z.\,2R$ dem gegebenen Wert von $\alpha_n - \alpha_p$ nicht genau gleich sein.

Man verteilt die Differenz, wenn sie klein ist, auf alle Brechungswinkel β, berechnet die α neu und erhält dann die Summengleichung frei von Widerspruch.

Mit diesen verbesserten Werten der α berechnet man

$$x_1 - x_o = s_o \, . \cos\alpha_o \qquad y_1 - y_o = s_o \, . \sin\alpha_o$$
$$x_2 - x_1 = s_1 \, . \cos\alpha_1 \qquad y_2 - y_1 = s_1 \, . \sin\alpha_1$$
$$- \quad - \quad - \qquad\qquad - \quad - \quad -$$
$$x_n - x_{n-1} = s_{n-1} \, . \cos\alpha_{n-1} \qquad y_n - y_{n-1} = s_{n-1} \, . \sin\alpha_{n-1}$$

Summe $x_n - x_o = \Sigma[s \, . \cos\alpha] \qquad y_n - y_o = \Sigma[s \, . \sin\alpha].$

Die letzten beiden Gleichungen geben zwei Proben ab. Ist — was im allgemeinen immer der Fall sein wird — $\Sigma[s \, . \cos\alpha]$ nicht genau gleich der gegebenen Größe $x_n - x_o$ und $\Sigma[s \, . \sin\alpha]$ nicht genau gleich $y_n - y_o$, so werden die — als klein vorausgesetzten — Differenzen auf die Einzelwerte von $s \, . \cos\alpha$ und $s \, . \sin\alpha$ verteilt (gewöhnlich im Verhältnis der Längen s). Schließlich werden die Koordinaten $x_1 \, y_1$, $x_2 \, y_2$ . . . . . $x_{n-1} \, y_{n-1}$ aus den obigen Gleichungen berechnet.

Wenn irgend möglich, wird man wie zuletzt verfahren und den Polygonzug auch mit dem Endpunkt an trigonometrische Punkte anschließen. Solche Züge heißen Haupt-Polygonzüge. Man gibt ihnen einen ziemlich geradlinigen Verlauf ohne stark ein- und ausspringende Ecken, und ziemlich gleich lange Seiten (zwischen 100 m und 300 m). Ihre Lage wählt man so, daß sie die Eigentumsgrenzen, die Hauptwege, die Hauptwasserscheiden und Haupttalzüge erfassen.

Zwischen Punkte von Hauptpolygonzügen legt man des Weiteren Nebenzüge ein, deren Aufnahme weniger scharf erfolgen kann. Sie erfassen die weniger wichtigen Terrainlinien. Ihre Seiten dienen nun entweder direkt als Basis für die Kleinvermessung, oder man steckt zwischen zweien ihrer Punkte weitere gerade Linien — Meßlinien — ab, gegen welche die Detailpunkte durch Perpendikelfällung festgelegt werden. Die günstige Anordnung der Haupt- und Nebenzüge und ev. der Meßlinien ist für eine genaue Detailaufnahme von allergrößter Wichtigkeit.

Ueber die Einzelheiten der Vermessung, die Führung des Handrisses etc. geben die Vermessungsanweisungen der Staaten genaue Vorschriften.

Von den Hauptpolygonzügen bringt man öfters zwei oder mehrere zur Kreuzung in einem Punkte, den man dann Knotenpunkt nennt. Unter dem Verknoten der Polygonzüge versteht man sodann folgende Operation. Man berechnet das Azimut einer an den Knotenpunkt stoßenden Polygonseite von allen trigonometrischen Punkten aus, von denen Verbindung nach dem Knotenpunkt besteht. Von allen diesen Werten des Azimuts nimmt man das Mittel, indem man den kürzeren Verbindungen einen stärkeren Einfluß auf den Mittelwert einräumt. Mit diesem Mittelwert verbessert man die Brechungswinkel in den einzelnen Zügen und verfährt weiter in der oben (S. 155) geschilderten Weise. So erhält man schließlich die Koordinaten des Knotenpunkts als das Mittel aus einer Anzahl aus den verschiedenen Richtungen berechneter Einzelwerte, wodurch der Knotenpunkt genauer bestimmt und zu einem Punkt höherer Ordnung erhoben ist.

XII.

Holzmesskunde.

Von

Adolf Ritter von Guttenberg.

Dr. Franz Baur, Die Holzmeßkunde. 4. Auflage. Berlin 1891. Max Kunze, Lehrbuch der Holzmeßkunst. Berlin 1873. Derselbe, Anleitung zur Aufnahme des Holzgehaltes der Waldbestände. Berlin 1886. F. Fankhauser, jun., Praktische Anleitung zur Bestandesaufnahme. Bern 1884. Ferd. L. Langenbacher und Em. A Nossek, Lehr- und Handbuch der Holzmeßkunde, I. Teil, Leipzig 1889. Dr. Adam Schwappach, Leitfaden der Holzmeßkunde, 2 Aufl., Berlin 1903. Dr. Udo Müller, Lehrbuch der Holzmeßkunde, Leipzig 1899. Im Rahmen der Forsteinrichtungslehre ist die Holzmeßkunde als kurzer Abriß enthalten in Dr. Carl Heyers Waldertragsregelung. 3. Auflage, bearbeitet von Dr. Gustav Heyer, Leipzig 1883, dann in Dr. F. Graner, die Forsteinrichtung, Tübingen 1889 und Dr. H. Stoetzer, die Forsteinrichtung, Frankfurt a. M. 1898, 2. Aufl. 1908.

Einleitung.

Die Holzmeßkunde lehrt, das Hauptprodukt der Forstwirtschaft, das Holz, — und zwar sowohl in einzelnen Stammteilen und ganzen Stämmen, als auch bezüglich der Masse ganzer Bestände — nach seinem Kubikinhalte zu messen.

Da es sich hierbei zumeist um die Bestimmung des Kubikinhaltes gegebener Körper auf Grund bestimmter Messungen (der Längen, Stärken etc.) handelt, welche nach den Lehrsätzen der Stereometrie zu erfolgen hat, so hat man diese Lehre auch als forstliche Stereometrie bezeichnet. Die Feststellung der zweckmäßigen Art dieser Messungen und ihrer mathematischen Verwertung, dann die Beschreibung der dazu dienlichen Instrumente ist demnach die hauptsächliche Aufgabe der Holzmeßkunde. Nebst der Bestimmung der Holzmasse wird aber auch die Ermittelung und Berechnung des an Stämmen oder ganzen Beständen erfolgenden Zuwachses in die Aufgabe der Holzmeßkunde einbezogen, nachdem diese Ermittelung in der Regel gleichfalls nur auf der Berechnung und Vergleichung der Holzmassen vor und nach einem bestimmten Zeitraume beruht. Dieser Lehre von der Zuwachsermittelung werden wir hier auch noch das Wesentlichste aus der Zuwachslehre selbst, d. h. aus unseren dermaligen Kenntnissen über die Wachstumsgesetze der Bäume und Bestände anschließen.

Schließlich werden wir auch der Ermittelung des Alters von Bäumen und Beständen einen Abschnitt widmen, da manche Aufgaben der Zuwachsermittelung eine vorherige präzise Bestimmung des Alters voraussetzen.

Die Maßeinheit, nach welcher die Bemessung der Holzmassen und des Zuwachses erfolgt, ist das Kubikmeter, und zwar kommt nebst dem mit solider Holz-

masse ausgefüllten Raume eines Kubikmeters, dem „Festkubikmeter" oder auch kurz „Festmeter", bei den Schichthölzern auch der bloß teilweise mit Holzmasse ausgefüllte Raum von je 1 m Länge, Breite und Höhe als „Raumkubikmeter" oder „Raummeter" in Betracht. Um auch die nach Raummaßen gemessenen Holzmengen auf ihren Kubikinhalt an solider Holzmasse bestimmen, also den Inhalt der Raummaße auf Festkubikmeter reduzieren zu können, ist es notwendig, den soliden Holzgehalt der Raummasse verschiedener Sortimente zu ermitteln, wozu gleichfalls die Holzmeßkunde die geeigneten Wege angibt.

Als Grundlage der Holzmeßkunde dienen, wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, hauptsächlich die Lehrsätze der Stereometrie, welche für unseren Zweck zum Teil speziell zu entwickeln sein werden; für die Volumsbestimmung sehr unregelmäßig geformter oder sonst für eine direkte stereometrische Messung nicht geeigneter Stammteile werden wir einige Sätze der Physik (physikalische Methoden) benutzen, ferner kann auch die Wahrscheinlichkeitsrechnung bei manchen unserer Aufgaben Anwendung finden [1]). Ist demnach auch die Holzmeßkunde vorwiegend als angewandte Mathematik zu bezeichnen und bisher auch vorwiegend nur als solche betrachtet worden, so können wir gleichwohl auch hier eine zweite, naturwissenschaftliche Grundlage, nämlich die Kenntnis und Erfahrung über die Form der Baumstämme, über die Beschaffenheit und Zusammensetzung der Bestände, über die Art und Weise des Zuwachses am Baume und im Bestande nicht entbehren, und es müssen also für die Entwickelung und Förderung unseres Gegenstandes Untersuchungen am Baume und im Walde sowie die Berücksichtigung der Resultate solcher Forschungen mit der rein mathematisch-theoretischen Entwickelung ihrer Grundsätze Hand in Hand gehen. Für die Entwickelung der Theorie wird es sich dabei um die Feststellung präziser und mathematisch unanfechtbarer Messungsmethoden, für die Praxis aber vorwiegend um die Feststellung jener Methoden handeln, welche bei entsprechender Einfachheit und leichter Anwendbarkeit ein möglichst, oder für den beabsichtigten Zweck noch hinlänglich zuverlässiges Resultat sichern.

Die Holzmeßkunde wurde früher zumeist als ein Teil der Forsttaxation oder Waldertragsregelung behandelt, welche derselben auch für ihre Massen- und Zuwachserhebungen am meisten bedarf; sie findet aber keineswegs nur hier, sondern auch sonst nahezu bei allen Arbeiten des Forstwirtes ihre Anwendung, und der Forstverwalter kann der Kenntnis der Holzmeßkunde ebensowenig entbehren als der Taxator. Dieser Umstand, sowie der Umfang und der streng für sich abgeschlossene Rahmen ihrer Aufgaben rechtfertigen deren Behandlung als selbständige Disziplin.

Eine gewisse Praxis in der Holzmessung hatte sich begreiflicherweise schon seit der Zeit ausgebildet, als das Holz Gegenstand der Wertbemessung und des Verkaufes wurde; die wissenschaftliche Behandlung derselben in der Literatur reicht jedoch nicht hinter den Anfang des 19. Jahrhunderts zurück. Begründet wurde dieselbe hauptsächlich durch W. Hossfeld [2]), G. König [3]) und H. L. Smalian [4]); um ihre weitere Fortbildung haben sich insbesondere Fr. Riecke, Karl, Gustav und Eduard Heyer, M. R. Pressler, K. Breymann, A. Draudt, F. Baur, M. Kunze, T. Lorey u. A. verdient gemacht.

1) Siehe Breymann „Anleitung zur Holzmeßkunst etc." Seite 293 u. ff. Dann Lorey, „Ueber Probestämme".

2) Niedere und höhere Stereometrie etc. Leipzig 1812

3) Anleitung zur Holztaxation. Gotha 1813, dann Forstmathematik, Gotha 1835.

4) Beitrag zur Holzmeßkunst. Stralsund 1837. Hier wäre auch noch Klauprechts „Holzmeßkunst", 1842, zu erwähnen.

Die empfehlenswerten Lehrbücher über die Holzmeßkunde und Anleitungen zur Bestandesaufnahme haben wir bereits im Eingange namhaft gemacht; auf kleinere Schriften über einzelne spezielle Teile dieses Gebietes werden wir uns bei Behandlung der letzteren beziehen. Ein großer Teil der Literatur über Holzmeßkunde ist in den forstlichen Zeitschriften, insbesondere der A. F.- u. J.-Z. enthalten.

Aus den vorhin bezeichneten Aufgaben der Holzmeßkunde einschließlich der Zuwachslehre ergibt sich die nachstehende Einteilung des Stoffes:

I. Ermittelung der Holzmasse liegender (gefällter) Stämme oder Stammstücke und aufgearbeiteten Holzes.
II. Ermittelung der Holzmasse stehender Bäume.
III. Ermittelung der Holzmasse ganzer Bestände.
IV. Ermittelung des Alters von Stämmen und Beständen.
V. Ermittelung des Zuwachses und der Zuwachsprozente am Einzelstamme und an Beständen.
VI. Die Zuwachslehre.

I. Ermittelung der Holzmasse liegender (gefällter) Stämme oder Stammstücke und aufgearbeiteten Holzes.

Es handelt sich hier entweder um die Kubierung ganzer (also unaufgearbeiteter) Stämme im Liegenden (meist für Zwecke der sogenannten Taxation bei der Forsteinrichtung und Waldwertberechnung) oder um die Massenbestimmung aufgearbeiteter Hölzer, letzteres vorwiegend für die Zwecke des Wirtschaftsbetriebes (Verkaufes etc.); aber auch für die Kubierung ganzer Stämme müssen dieselben in den eigentlichen Schaft, als den regelmäßiger gebildeten Hauptteil des Baumes und in die unregelmäßiger gestalteten, zum Teile auch ihrer Kleinheit wegen anders zu kubierenden Teile (Aeste, Reisig und Wurzelstock) zerlegt werden.

A. Massenermittelung für unaufgearbeitete Baumschäfte und Schaftstücke.

§ 1. Die Form der Baumschäfte. Die Schäfte der im Bestandesschlusse erwachsenen Baumstämme zeigen in der Regel eine ganz oder doch nahezu geradlinige Längenachse und einen in bezug auf diese Längenachse symmetrischen Aufbau; die winkelrecht auf die Längenachse geführten Querschnitte erscheinen, besonders in dem mittleren Schaftstücke, annähernd kreisförmig, im untersten Stammteile, dem Wurzelanlaufe, und ebenso in der Baumkrone an den Stellen der Asteingänge allerdings oft mehr unregelmäßig gestaltet; letzteres insbesondere bei den Laubhölzern, wogegen die Nadelhölzer oft durch die ganze Stammlänge nahezu vollkommen kreisrunde Querschnitte ausbilden. Wir können daher, wenn wir von diesen kleinen Unregelmäßigkeiten absehen, die Baumschäfte im allgemeinen als Rotationskörper betrachten, welche durch Umdrehung des nach außen durch eine bestimmte Kurve begrenzten Längsschnittes um die Mittelachse des Stammes entstanden sind.

Die Kubierungsformel für Rotationskörper lautet bekanntlich

$$v = \pi \int y^2 \, dx$$

und es wird daher, wenn uns die Gleichung der Stammkurve bekannt ist, keiner Schwierigkeit unterliegen, eine allgemein gültige Formel für die Kubierung der ganzen Baumschäfte daraus abzuleiten; es ist jedoch hier noch die weitere Forderung zu stellen, daß diese Formeln, um in der Praxis anwendbar zu sein, möglichst einfach

gestaltet sein sollen. Aus zahlreichen Untersuchungen über die Schaftformen geht hervor, daß die Schaftkurve im allgemeinen eine ∫förmig gekrümmte Linie ist (siehe Figur 1 S. 161), im einzelnen aber je nach der Holzart, dem Alter, dem Standorte, der Höhe und Stärke der Beastung etc. außerordentlich viele Modifikationen aufweist. Auch hier werden wir übrigens zweckmäßigerweise den durch die Wurzeleingänge meist mehr unregelmäßig gestalteten Fuß des Stammes von dem am regelmäßigsten geformten Mittelstücke und dem in der Krone gelegenen obersten Schaftteile unterscheiden. Das unterste Stammstück ist durch eine mehr oder weniger starke Einbiegung, also einen gegen die Stammachse konvexen Verlauf charakterisiert. Dieses einem eingebauchten Kegelstutze zu vergleichende Stück reicht bei jüngeren Stämmen kaum über die gewöhnliche Stockhöhe hinauf, bei sehr alten, dann bei dominierenden oder mehr frei stehenden Stämmen aber nicht selten auch bis zu 3—4 Meter Höhe, daher auch hier dasselbe nicht mehr wohl als „Wurzelanlauf", sondern besser als „Stammfuß" zu bezeichnen sein wird. Das mittlere Stammstück ist, besonders bei sehr vollholzigen Stämmen, nicht selten fast ganz geradlinig begrenzt oder aber nur sehr wenig ausgebaucht, d. h. gegen die Stammachse etwas konkav geformt; das oberste Stammstück variiert je nach der Beastung und dem noch lebhaften oder bereits geringen Höhenzuwachse in seiner Form am meisten. Zumeist ist es gegen die Spitze hin stärker gekrümmt, also einem Paraboloid ähnlich, nicht selten aber auch an der Spitze wieder in einen geradlinigen und (bei den stark verästeten Laubhölzern) selbst in einen eingebauchten Kegel übergehend. (Vergl. Fig. 10, S. 162).

In Figur 2—10 sind aus zahlreichen von mir erhobenen Stammformen einige Typen vorgeführt, wogegen Figur 1 die Normalform der Fichte auf besserem Standorte wiedergibt wie selbe von mir als geometrisches Mittel aus einer größeren Zahl von Stämmen bestimmt wurde [1]).

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

Verschiedene Stammformen der Fichte.

1) Von den obigen typischen Stammformen zeigt Fig. 2 die Schaftform einer älteren (170jährigen) Fichte in ziemlich freiem Stande, Fig. 3 eine solche (140jährige) in mäßigem Bestandesschlusse und Fig. 4 den in der unteren Hälfte nahezu walzenförmigen Schaft einer 120jährigen Fichte in dichtem Bestandesschlusse. Fig. 5 ist die Form einer freistehenden, tiefbeasteten 180jährigen Fichte der Hochlage. Wenn man von der bei einzelnen Stämmen mehr oder weniger

Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

Stammformen der Tanne, der Kiefer und der Buche.

Vergleicht man den Kubikinhalt verschiedener Baumschäfte mit jenem der bekannteren Rotationskörper (für letztere gleiche Grundfläche und Höhe wie jene der Baumschäfte vorausgesetzt), so findet man, daß dieser Kubikinhalt im allgemeinen zwischen jenem des gemeinen Kegels und des durch die apollonische Parabel gebildeten Paraboloides schwankt, zumeist dem Inhalte des letzteren näherliegend; nur sehr selten (bei tiefbeasteten freistehenden Stämmen) fällt der Stamminhalt unter jenen des gradseitigen Kegels oder übertrifft jenen des apollonischen Paraboloides und es wären also das Neiloid einerseits und das durch Umdrehung der kubischen Parabel entstehende Paraboloid anderseits als die äußersten Grenzwerte der Stamminhalte im Vergleiche mit jenen Umdrehungskörpern zu betrachten. Die Form der Baumschäfte ist aber dabei stets von jener der genannten Rotationskonoide wesentlich verschieden, selbst wenn der Inhalt eines solchen zufällig genau mit dem Inhalte eines Kegels oder Paraboloides übereinstimmen sollte; — es ist daher nicht zulässig, die Baumschäfte im ganzen als solche Körper mit einfachen Begrenzungslinien zu betrachten oder die Kubierungsformeln der letztern auf erstere anzuwenden. Wohl aber können wir die einzelnen Teile des Baumschaftes mit nur geringer Abweichung von der Wirklichkeit als Stücke von geradseitigen Kegeln, Neiloiden und

---

hoch hinaufreichenden Verbreiterung des Stammgrundes, dem sog. Wurzelanlaufe, absieht, so kann man die in Fig. 2 dargestellte Stammform annähernd aus einem Kegelstutz und einem Vollkegel, jene in Fig. 4 aus einer Walze und einem Paraboloid zusammengesetzt, die in Fig. 5 dargestellte Stammform dagegen in der unteren Hälfte als Neiloid und in der oberen Hälfte als einen nur wenig ausgebauchten Kegel betrachten, während die in Fig. 3 wiedergegebene Stammform eine sehr regelmäßig gestaltete parabolische Stammkurve zeigt. Fig. 1 ist die Normalform der Fichte, wie sich dieselbe aus der Form einer größeren Anzahl von Mittelstämmen geschlossener haubarer Bestände ergibt.

Fig. 6 gibt die Stammform einer 180jährigen Tanne, Fig. 7 jene einer haubaren (110jährigen) und Fig. 8 jene einer sehr alten (200jährigen) und starken Kiefer, Fig. 9 die schlanke Stammform der Buche (120jährig) im gut geschlossenen Bestande, Fig. 10 dagegen jene einer 160jährigen, in mäßigem Schlusse stehenden Buche mit stärkerer Beastung.

Die Tanne und Buche haben dabei den vollholzigen, fast walzenförmigen unteren Schaftteil gemein, auf welchen bei der Tanne ein gleichfalls vollholziges, bei der Buche aber ein schlankes, meist etwas eingebauchtes Gipfelstück folgt. Die Kiefer ist im Gegensatze zur Buche durch eine abholzige, kegelförmige oder selbst eingebauchte Form des unteren Schaftteiles und ein stark parabolisch ausgebauchtes Gipfelstück charakterisiert.

Bei allen Figuren 1—10 ist zur deutlicheren Darstellung der Formverhältnisse die Breite in 20facher Größe gegenüber der Höhe gezeichnet. Die punktierte Linie am Stammgrunde bezeichnet die übliche Meßhöhe der Stammgrundstärken von 1,3 Meter.

Paraboloiden betrachten (d. h. man kann sich die Stammkurve annähernd aus Stücken der genannten Kurven und zum Teile auch aus geraden Linien zusammengesetzt denken), und zwar dies mit um so geringerem Fehler, je kürzer solche Stücke genommen werden. Für die partielle Stammkubierung ist daher die Anwendung der bekannten Kubierungsformeln jener Rotationskonoide ganz wohl berechtigt.

Für die Ableitung von Kubierungsformeln für ganze Stämme oder größere Stammstücke können wir zwei Wege einschlagen, indem wir entweder den ganzen Schaft als ein nach einem bestimmten Gesetze gebildetes Konoid betrachten und dafür eine möglichst allgemein gültige Gleichung aufsuchen, oder uns denselben für die Kubierung in eine Anzahl von Sektionen zerlegt denken, für welche dann die bekannten Kubierungsformeln des Kegels, des Neiloides und des Paraboloides anwendbar erscheinen. Auch für den letzteren Fall ist es jedoch wünschenswert, möglichst allgemein gültige Kubierungsformeln in Anwendung zu bringen, einmal, um nicht jeden Stammteil nach einer anderen Formel berechnen zu müssen, aber auch deshalb, weil infolge des bedeutenden Ueberwiegens der Längen- gegen die Stärkedimension sich an den einzelnen Stammsektionen nicht ohne weiteres erkennen läßt, welcher Form sie sich am meisten nähern.

§ 2. **Ableitung allgemeiner Kubierungsformeln.** Für die Rotationskonoide kann allgemein als Gleichung der Erzeugenden der Ausdruck angenommen werden: $y^2 = A + Bx + Cx^2 + Dx^3 + \ldots\ldots$

oder auch unter Einführung der Querflächen:

$$g_x = a + bx + cx^2 + dx^3 + \ldots\ldots$$

welch letzterer Ausdruck auch von der Annahme kreisförmiger Querschnitte der Stämme unabhängig ist, und für seine Verwertung nur erfordert, daß eine Anzahl auf der Achse winkelrechter Querflächen überhaupt genau bestimmbar sei [1]).

Je mehr solcher Querschnittsmessungen vorliegen, desto mehr Koeffizienten des obigen Ausdrucks können damit bestimmt werden und desto allgemeiner wird daher auch die betreffende Formel anwendbar sein.

Liegen nur zwei solcher Querschnittsbestimmungen (des obersten und untersten Querschnittes) vor, so können nur zwei der Koeffizienten a, b, c . . . bestimmt werden; wir können daher für die Abhängigkeit der Querschnitte von der veränderlichen Abszisse x nur den Ausdruck aufstellen: $G_x = a + bx$.

Es ist nach Figur 11

$$x_0 = 0, \; x_1 = h,$$

welchen Abszissen die Querschnitte g_0 und g_1 entsprechen, und es ergeben sich für diese die beiden Gleichungen:

$$g_0 = a + bx_0 = a \; \ldots\ldots \; (1)$$
$$g_1 = a + bx_1 = a + bh$$

somit: $g_1 - g_0 = bh \; \ldots . \; (2)$

womit die Werte der beiden Koeffizienten a und b gegeben sind.

Fig. 11.

1) Den oben genannten, bekannteren Rotations-Konoiden (Paraboloid, Kegel, Neiloid etc.) würde allgemein als Gleichung ihrer Erzeugenden die Beziehung $y^2 = px^m$ entsprechen, welche daher auch mehrfach als allgemeine Gleichung der Stammkurven betrachtet und der Ableitung von Kubierungsformeln zugrunde gelegt wurde. Diese Gleichung der sog. Potenzkurven entspricht jedoch selbst in dieser allgemeinen Form nicht dem wirklichen Verlaufe der Schaftkurven, daher mit der Ableitung der bekannteren Kubierungsformeln aus derselben noch kein Beweis für ihre Anwendbarkeit zur Kubierung ganzer Stämme erbracht ist. Vgl. Prof. Dr. Oscar Simonys „Die näherungsweise Flächen- und Körperberechnung in der wissenschaftlichen Holzmeßkunde" (M. a. d. f. V. Oe., XXVI. Heft, Wien 1901), in welcher Schrift Dr. Simony eine Ableitung allgemeiner Kubierungsformeln für Stämme auf elementarem Wege gibt.

Die allgemeine Formel für das Volumen eines Körpers ist aber bekanntlich $v = \int g_x dx$, daher in unserem Falle, da innerhalb der Grenzwerte für die Abszissen von $x_0 = 0$ und $x_1 = h$ zu integrieren ist:
$v = \int_0^h g_x\, dx = \int_0^h (a + bx)dx = ah + \frac{bh^2}{2} = \frac{h}{2}(2a + bh)$ und nach Einsetzung der obigen Werte für a und bh: $v = \frac{h}{2}(g_0 + g_1)$, welche Formel daher für alle jene Stämme oder Stammstücke gültig ist, deren Schaftkurve der Gleichung $y^2 = A + Bx$ entspricht. Von den Gleichungen der vorgenannten Begrenzungslinien ist nur jene des Paraboloides ($y^2 = px$) in dem obigen Ausdrucke enthalten, daher auch obige Formel nur für parabolisch ausgebauchte Stammstücke gültig. Diese Formel wurde zuerst von Smalian im Jahre 1806 in die Holzmeßkunde eingeführt und wird daher meist als die Smaliansche Formel bezeichnet.

Bezeichnet man die untere Querfläche mit g_u, die obere mit g_o, so lautet die Formel $v = \frac{g_u + g_o}{2} h$ und für den Vollkegel, da hier $g_o = 0$ wird, $v = \frac{1}{2} g_u h$; also ebenfalls die bekannte Formel für den Inhalt des Paraboloides aus Grundfläche und Höhe.

Wird nebst der oberen und unteren noch eine dritte Querfläche in der Mitte der beiden vorigen abgemessen, so können die Koeffizienten der Gleichung $g_x = a + bx + cx^2$ bestimmt werden. Es ist nach Figur 12

Fig. 12.

$$x_0 = 0,\ x_1 = \frac{h}{2} = l,\ x_2 = h = 2\,l,$$

welchen Abszissen die Querschnitte g_o, g_1 und g_2 entsprechen, und es ergeben sich die Bestimmungsgleichungen:

$$g_o = a + bx_0 + cx_0^2 = a \ \ldots\ldots\ 1)$$
$$g_1 = a + bx_1 + cx_1^2 = a + bl + cl^2$$
$$g_2 = a + bx_2 + cx_2^2 = a + 2bl + 4\,cl^2$$
und hieraus: $g_1 - g_o = bl + cl^2$
$g_2 - g_1 = bl + 3cl^2$
und ferner: $g_2 - 2g_1 + g_o = 2cl^2 \ \ldots\ (2).$

Aus der ersten dieser durch Subtraktion gebildeten Gleichungen erhalten wir zur Bestimmung des Koeffizienten b

$$bl = g_1 - g_o - cl^2 = g_1 - g_o - \frac{g_2 - 2g_1 + g_o}{2} = \frac{4g_1 - 3g_o - g_2}{2} \ \ldots\ (3)$$

Für die Bestimmung der Koeffizienten a, b, c haben wir demnach die Ausdrücke $a = g_o$, $2bl = 4g_1 - 3g_o - g_2$, $2cl^2 = g_2 - 2g_1 + g_o$, welche Ausdrücke wir gleich in die folgende Gleichung für das Volumen einführen wollen, wobei die Integration in den Grenzen von $x = 0$ bis $x = 2l$ vorzunehmen ist.

$$v = \int_0^{2l} g_x\ dx = \int_0^{2l} (a + bx + cx^2)\ dx = 2al + 2bl^2 + \frac{8cl^3}{3} = \frac{1}{3}(6a + 6bl + 8cl^2) =$$
$$= \frac{1}{3}\left\{\begin{matrix} +6g_o \\ -9g_o + 12g_1 - 3g_2 \\ +4g_o - 8g_1 + 4g_2 \end{matrix}\right\} = \frac{1}{3}(g_o + 4g_1 + g_2) = \frac{h}{6}(g_o + 4g_1 + g_2)$$

Bezeichnet man die untere, mittlere und obere Oberfläche mit g_u, $g_{1/2}$ und g_o, so lautet die Formel $v = \frac{h}{6}(g_u + 4g_{1/2} + g_o)$ und für ganze Stämme erhält dieselbe, da hier $g_o = 0$ wird, die Form $v = \frac{h}{6}(g_u + 4g_{1/2})$.

Diese von Riecke in die Holzmeßkunde eingeführte und zumeist nach ihm benannte (eigentlich Newtonsche) Formel erfüllt übrigens, wie Riecke selbst nachgewiesen hat [1]), auch die Bedingungen der Gleichung $g_x = a + bx + cx^2 + dx^3$, daher die von Breymann aus der letzteren abgeleitete Formel

$$v = \frac{h}{8}[(g_0 + g_3) + 3\ (g_1 + g_2)]$$

keinen weiteren Kreis der Anwendbarkeit besitzt als erstere [2]).

Die Rieckesche Formel ist demnach für alle Rotationskörper anwendbar, welchen die Gleichung $y^2 = A + B_x + C_x^2 + D_x^3$ Genüge leistet, in welchem Ausdrucke nebst der Gleichung des Paraboloides auch jene des geradseitigen Kegels ($y^2 = px^2$) und jene des Neiloides ($y^2 = px^3$) enthalten sind, daher also diese Formel für jene drei Körperformen gemeinsam Geltung hat [3]).

Alle weiteren, aus einer größeren Anzahl von Abmessungen (beziehungsweise Koeffizienten) abgeleiteten Formeln werden für die praktische Anwendung bereits zu kompliziert und können daher nicht mehr in Betracht kommen. So ergibt sich für

---

1) Ueber die Berechnung des körperlichen Inhaltes unbeschlagener Baumstämme. Stuttgart 1849.

2) Für die durch obige Gleichung charakterisierten Körper ist das Volumen

$$v = \int_0^h g_x\ dx = \int_0^h (a + bx + cx^2 + dx^3)\ dx = ah + \frac{bh^2}{2} + \frac{ch^3}{3} + \frac{dh^4}{4};$$

nach Rieckes Formel ergibt sich aber, da $x_0 = 0$, $x_1 = \frac{h}{2}$, $x_2 = h$, ferner:

$$g_0 = a + bx_0 + cx_0^2 + dx_0^3 = a$$

$$g_1 = a + bx_1 + cx_1^2 + dx_1^3 = a + \frac{bh}{2} + \frac{ch^2}{4} + \frac{dh^3}{8}$$

$$g_2 = a + bx_2 + cx_2^2 + dx_2^3 = a + bh + ch^2 + dh^3 \text{ ist, daher}$$

$$g_0 + 4g_1 + g_2 = 6a + 3bh + 2ch^2 + \frac{3dh^3}{2} \text{ und}$$

$$\frac{h}{6}(g_0 + 4g_1 + g_2) = ah + \frac{bh^2}{2} + \frac{ch^3}{3} + \frac{dh^4}{4} \text{ wie oben.}$$

3) Es können auch die bekannten Kubierungsformeln des Paraboloides, des Kegels und des Neiloides, sowie auch jene der Walze leicht aus der Rieckeschen Formel abgeleitet werden, wenn man statt der mittleren Querfläche ($g_{1/2}$) die betreffenden aus g_u und g_o ausgedrückten Werte substituiert. Für das Paraboloid ist

$$g_{1/2} = \frac{g_u + g_o}{2}, \text{ somit } v = \frac{h}{6}\left(g_u + 4\frac{g_u + g_o}{2} + g_o\right) = h\frac{g_u + g_o}{2}.$$

Für den Kegel ist $d_{1/2} = \frac{d_u + d_o}{2}$, somit $g_{1/2} = \frac{g_u + 2\sqrt{g_u g_o} + g_o}{4}$

$$\text{und } v = \frac{h}{6}(g_u + 4g_{1/2} + g_o) = \frac{h}{6}\left(g_u + 4\frac{g_u + 2\sqrt{g_u g_o} + g_o}{4} + g_o\right)$$

$$= \frac{h}{3}(g_u + \sqrt{g_u g_o} + g_o).$$

Für das Neiloid ist $g_{1/2}^{1/3} = \frac{g_u^{1/3} + g_o^{1/3}}{2}$ oder $g_{1/2} = \frac{g_u + 3\sqrt[3]{g_u^2 g_o} + 3\sqrt[3]{g_u g_o^2} + g_o}{8}$

$$\text{somit } v = \frac{h}{6}(g_u + 4g_{1/2} + g_o) = \frac{h}{6}\left(g_u + g_o + \frac{g_u + 3\sqrt[3]{g_u^2 g_o} + 3\sqrt[3]{g_u g_o^2}}{2} + g_o\right)$$

$$= \frac{h}{4}(g_u + \sqrt[3]{g_u^2 g_o} + \sqrt[3]{g_u g_o^2} + g_o).$$

Für die Walze endlich ist $g_u = g_{1/2} = g_o = g$, somit $v = \frac{h}{6}(g_u + 4g_{1/2} + g_o) = gh$.

fünf gemessene Querflächen oder $g_x = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4$ nach analoger Ableitung, wie wir sie eben für die Rieckesche Formel durchgeführt haben:

$$v = \frac{h}{90} [(g_0 + g_4) + 12 g_2 + 32 \ (g_1 + g_3)].$$

§ 3. Fortsetzung.

Die im vorigen Paragraphen abgeleiteten Kubierungsformeln enthalten stets die unterste und oberste Querfläche des zu messenden Stammstückes; es ist jedoch bei der Kubierung ganzer Stämme zweckmäßig, den untersten Querschnitt seiner unregelmäßigen Form wegen zu eliminieren und es sollen daher noch einige weitere Formeln mit Hinweglassung der untersten Querfläche abgeleitet werden, wobei die vorzunehmenden mittleren und bez. oberen Abmaße stets in gleicher Entfernung l voneinander zu nehmen sein werden. Für den einfachsten Fall der Einführung von zwei Querschnitten ist wieder $g_x = a + bx$, ferner nach Figur 13:

$$x_1 = l, \ x_2 = 2l = h,$$

und für die betreffenden Querflächen entsprechen daher die Gleichungen:

Fig. 13

$$g_1 = a + bx_1 = a + bl$$
$$g_2 = a + bx_2 = a + 2bl$$
$$g_2 - g_1 = bl \ . \ . \ . \ . \ (1)$$

Aus obiger Gleichung für g_1 ergibt sich zur Bestimmung des Koeffizienten a

$$a = g_1 - bl = g_1 - (g_2 - g_1) = 2g_1 - g_2 \ . \ . \ . \ . \ (2)$$

Für das Volumen erhalten wir:

$$v = \int_0^{2l} g_x \, dx = \int_0^{2l} (a + bx) \ dx = 2al + 2bl^2 = 2l(a + bl)$$

und unter Einsetzung der Werte aus 1. und 2. für a und bl $v = 2 l \ (2g_1 - g_2 + g_2 - g_1) = 2lg_1$, oder da $2l = h$, und g_1 hier $= g_{1/2}$, auch $v = hg_{1/2}$.

Wir erhalten also die bekannte Formel für den Inhalt des Paraboloides aus dessen mittlerer Querfläche, welche Formel zuerst von dem bayerischen Forstwirte Huber (1825) zur Anwendung bei Stammkubierungen empfohlen worden ist.

Bei der Anwendung von drei Abmaßen ist $l = {}^1/_3 h$, $x_1 = l$, $x_2 = 2l$, $x_3 = 3l$ und allgemein $g_x = a + bx + cx^2$; speziell ist:

Fig. 14

$$g_1 = a + bl + cl^2$$
$$g_2 = a + 2bl + 4cl^2$$
$$g_3 = a + 3bl + 9cl^2$$
$$g_2 - g_1 = bl + 3cl^2$$
$$g_3 - g_2 = bl + 5cl^2$$
$$g_3 - 2g_2 + g_1 = 2cl^2 \ . \ . \ . \ . \ (1)$$

Aus den obigen Gleichungen für $g_2 - g_1$ und für g_1 erhalten wir:

$$bl = g_2 - g_1 - 3cl^2 = g_2 - g_1 - \frac{3g_3 - 6g_2 + 3g_1}{2}$$

$$2bl = -5g_1 + 8g_2 - 3g_3 \ . \ . \ . \ (2),$$

$$\text{dann } a = g_1 - bl - cl^2 = \frac{2g_1 - 2bl - 2cl^2}{2}.$$

Nach Einsetzung der Werte von 2 bl und 2 cl^2 aus 1. und 2. und Vornahme der zulässigen Abkürzungen erhalten wir:

$$a = 3g_1 - 3g_2 + g_3 \ . \ . \ . \ . \ (3)$$

Nun ist $v = \int_0^{3l} g_x \, dx = \int_0^{3l} (a + bx + cx^2) \ dx = 3al + \frac{9bl^2}{2} + 9cl^3 = {}^3/_4 \, l(4a + 6bl + 12cl^2)$

$$= {}^3/_4\, l \left| \begin{array}{l} +12g_1 - 12g_2 + 4g_3 \\ -15g_1 + 24g_2 - 9g_3 \\ +\ 6g_1 - 12g_2 + 6g_3 \end{array} \right| = {}^3/_4\, l\ (3g_1 + g_3)$$

oder da $3\,l = h$, g_1 die Querfläche bei $^1/_3$ der Höhe und g_3 die obere Querfläche ist,

$$v = \frac{h}{4}\,(3g_{1/3} + g_0),$$

welche Formel zuerst von H o ß f e l d aufgestellt wurde und nach der zugrunde liegenden Gleichung allen Rotationskörpern entspricht, deren Erzeugende durch die Beziehung $y^2 = A + Bx + Cx^2$ bestimmt ist, daher dieselbe für das Paraboloid und den geradseitigen Kegel, nicht aber für das Neiloid richtig ist. Für die Kubierung ganzer Stämme vereinfacht sich dieselbe, da hier $g_0 = 0$ ist, auf die Form $v = {}^3/_4 g_{1/3} h$.

Um eine auch für das Neiloid gültige Formel mit nur mittleren Abmaßen zu erhalten, müssen wir auf die Bedingungsgleichung $g_x = a + bx + cx^2 + dx^3$ übergehen, somit 4 Querflächen in die Rechnung einführen, es ist dann $l = {}^1/_4\, h$, $x_1 = l$, $x_2 = 2\,l$, $x_3 = 3\,l$, $x_4 = 4\,l$

ferner:

$$\begin{array}{ll} g_1 = a + bl + cl^2 + dl^3 & g_2 - g_1 = bl + 3cl^2 + 7dl^3 \\ g_2 = a + 2bl + 4cl^2 + 8dl^3 & g_3 - g_2 = bl + 5cl^2 + 19dl^3 \\ g_3 = a + 3bl + 9cl^2 + 27dl^3 & g_4 - g_3 = bl + 7cl^2 + 37dl^3 \\ g_4 = a + 4bl + 16cl^2 + 64dl^3 & \end{array}$$

$$g_3 - 2g_2 + g_1 = 2cl^2 + 12dl^3$$
$$g_4 - 2g_3 + g_3 = 2cl^2 + 18dl^3$$
$$g_4 - 3g_3 + 3g_2 - g_1 = 6dl^3 \quad \ldots\ (1)$$

Fig. 15.

Aus den obigen Gleichungen für g_1, dann $g_2 - g_1$ und für $g_3 - 2g_2 + g_1$ erhalten wir zur Bestimmung der Koeffizienten a, b, und c

$$2cl^2 = g_3 - 2g_2 + g_1 - 12dl^3 = g_3 - 2g_2 + g_1 - 2g_4 + 6g_3 - 6g_2 + 2g_1 = 3g_1 - 8g_2 + {} + 7g_3 - 2g_4 \quad \ldots\ (2),$$

dann $bl = g_2 - g_1 - 3cl^2 - 7dl^3$

$$\begin{aligned} 6bl = 6g_2 - 6g_1 - 18cl^2 - 42dl^3 = &- 6g_1 + 6g_2 \\ &- 27g_1 + 72g_2 - 63g_3 + 18g_4 \\ &+ 7g_1 - 21g_2 + 21g_3 - 7g_4 \\ 6bl = &- 26g_1 + 57g_2 - 42g_3 + 11g_4 \quad \ldots\ (3), \end{aligned}$$

endlich $a = g_1 - bl - cl^2 - dl^3$

$$\begin{aligned} 6a = 6g_1 - 6bl - 6cl^2 - 6dl^3 = &\ 6g_1 \\ &+ 26g_1 - 57g_2 + 42g_3 - 11g_4 \\ &- 9g_1 + 24g_2 - 21g_3 + 6g_4 \\ &+ g_1 - 3g_2 + 3g_3 - g_4 \\ 6a = &\ 24g_1 - 36g_2 + 24g_3 - 6g_4 \\ a = &\ 4g_1 - 6g_2 + 4g_3 - g_4 \quad \ldots\ (4) \end{aligned}$$

Für das Volumen erhalten wir somit:

$$v = \int_0^{4l} g_x\, dx = \int_0^{4l} (a + bx + cx^2 + dx^3)\, dx =$$

$$= 4al + 8bl^2 + \frac{64cl^3}{3} + 64dl^4 = \frac{4}{3}\, l\,(3a + 6bl + 16cl^2 + 48dl^3).$$ Durch Substitution der Werte für die Koeffizienten a, b, c und d aus den Gleichungen 1 bis 4 erhalten wir

$$v = \frac{4}{3}l \left\{ \begin{array}{l} +12g_1 - 18g_2 + 12g_3 - 3g_4 \\ -26g_1 + 57g_2 - 42g_3 + 11g_4 \\ +24g_1 - 64g_2 + 56g_3 - 16g_4 \\ -8g_1 + 24g_2 - 24g_3 + 8g_4 \end{array} \right\} = \frac{4l}{3}(2g_1 - g_2 + 2g_3) = \frac{h}{3}[2(g_1 + g_3) - g_2]$$

oder nach analoger Bezeichnung wie früher

$$v = \frac{h}{3}[2(g_{1/4} + g_{3/4}) - g_{1/2}]$$

welche Formel von Professor O. Simony zuerst aufgestellt worden ist [1]). Dieselbe vereint mit entsprechend leichter Berechnung bei einem weiten Kreise der Anwendbarkeit den für die Kubierung ganzer Stämme nicht unwichtigen Vorteil, nur drei mittlere Abmaßen des Stammes (bei $1/4$, $1/2$ und $3/4$ der Höhe) zu enthalten.

Die Einführung einer noch größeren Anzahl von Querschnitten würde auch hier zu Formeln führen, welche für die Anwendung in der Praxis zu kompliziert erscheinen; soll eine größere Zahl von Abmaßen für die Kubierung ganzer Stämme verwertet werden, so ist es demnach zweckmäßig, den Weg der sektionsweisen Kubierung einzuschlagen.

Professor Simony gibt in der bereits in Note 6 genannten Schrift (S. 33) für die Kubierung von Stammabschnitten aus wenigen Querflächen mit möglichst einfachen Koeffizienten als Spezialfälle des allgemeinen Ausdruckes $V = x[\lambda(g' + g'') + (1 - 2\lambda)g_{1/2}]$, wobei g' und g'' die den Abszissen εx und $(1 - \varepsilon)x$ zugehörigen (also in gleicher Entfernung von den beiden Endflächen gemessenen) Querflächen sind, außer der oben zuletzt abgeleiteten Formel $v = \frac{x}{3}[2(g_{1/4} + g_{3/4}) - g_{1/2}]$ und der bekannten Rieckeschen Formel $v = \frac{x}{6}(g_u + 4g_{1/2} + g_o)$, welche beiden sich für die Werte $\varepsilon = 1/4$ und $\varepsilon = 0$ ergeben, noch für die Werte $\varepsilon = \frac{2 - \sqrt{2}}{4} = 0.1464466$ und $\varepsilon = \frac{3 - \sqrt{3}}{6} = 0.211325$ die beiden durch ihre Einfachheit ausgezeichneten Formeln $v = \frac{x}{3}(g' + g_{1/2} + g'')$ und $v = \frac{x}{2}(g' + g'')$ an. Simony will aber auch diese Formeln nicht für die Kubierung ganzer Stämme, sondern mit Rücksicht auf die verschiedenen Bildungsgesetze im unteren, mittleren und obersten Stammteil auf mehrere (mindestens 2) Sektionen angewendet wissen, so daß für die näherungsweise Kubierung des ganzen Stammes mindestens vier oder sechs Querschnittsbestimmungen erforderlich sind.

§ 4. **Formeln für die sektionsweise Kubierung von Baumstämmen.** Die Unregelmäßigkeiten, welche die Baumschäfte im einzelnen in ihrer Form und in ihren Querflächen oft zeigen, sowie der Umstand, daß dieselben als Ganzes nicht unter die nach einfachen und bekannten Gesetzen begrenzten Körper zu zählen sind, macht es für sorgfältige Kubierungen ganzer Stämme oder längerer Stammstücke jedenfalls wünschenswert, hiefür mehr als 2—3 Querschnittsabmaßen zu nehmen; da aber die solchen zahlreicheren Abmaßen entsprechenden allgemeinen Formeln für die Anwendung in der Praxis zu kompliziert werden, so ist es zweckmäßig, solche längere Schäfte in eine Anzahl von Sektionen (womöglich gleicher Länge) zerlegt zu denken und diese Sektionen nach einer ihren verschiedenen Formen möglichst gemeinsam entsprechenden Formel zu kubieren.

Entsprechend den früher entwickelten einfachen Formeln können wir für solche sektionsweise Kubierung folgende Formeln ableiten:

1. Aus der Smalianschen Formel $v = \frac{g_0 + g_1}{2}h$. Zerlegen wir den Stamm in n Sektionen von gleicher Länge l, bezeichnen wir deren Kubikinhalte mit $v_1, v_2 \ldots v_n$ und die gemessenen Querflächen, von welchen, mit Ausnahme der untersten und

---

1) Zentralbl. f. d. g. F. 1876 S. 623.

obersten, jede den zwei angrenzenden Sektionen gemeinsam ist, mit $g_0, g_1, g_2 \ldots g_n$ so ist:

$$v_1 = \frac{g_0 + g_1}{2} l, \quad v_2 = \frac{g_1 + g_2}{2} l, \quad v_3 = \frac{g_2 + g_3}{2} l \ldots v_n = \frac{g_{n-1} + g_n}{2} l$$

$$\text{daher } V = v_1 + v_2 + \ldots v_n = \frac{l}{2}(g_0 + 2g_1 + 2g_2 + \ldots + 2g_{n-1} + g_n)$$

$$= \frac{l}{2}\left[(g_0 + g_n) + 2(g_1 + g_2 + \ldots + g_{n-1})\right]$$

$$\text{oder auch } V = l\left[\frac{g_0 + g_n}{2} + g_1 + g_2 + \ldots + g_{n-1}\right].$$

Es sind daher für diese Berechnung die unterste und oberste, sowie eine Anzahl Mittelquerflächen in gleicher Entfernung l zu messen, es ist dann die Summe der letzteren zur halben Summe der ersteren zu addieren und die Gesamtsumme mit der Sektionslänge l zu multiplizieren.

2. Aus der Huberschen Formel $v = g_{1/2} h$ ergibt sich, wenn wir hier die Mitte der einzelnen Sektionen gemessenen Querflächen mit $\gamma_1, \gamma_2 \ldots \gamma_n$ bezeichnen, direkt da $v_1 = \gamma_1 l$, $v_2 = \gamma_2 l \ldots v_n = \gamma_n l$ ist, $V = l\,(\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 \ldots \gamma_n)$.

Für diesen Fall sind demnach die Mittelquerflächen der einzelnen Sektionen zu messen und ist deren Summe einfach mit der Sektionslänge l zu multiplizieren.

3. Für die Anwendung der Rieckeschen Formel $v = \frac{l}{3}(g_0 + 4\,g_1 + g_2)$ sind je zwei Sektionen als ein Ganzes zu betrachten und ist daher eine gerade Anzahl von Sektionen notwendig. Es ist dann

$$v_1 = \frac{l}{3}(g_0 + 4g_1 + g_2) \qquad v_3 = \frac{l}{3}(g_4 + 4g_5 + g_6)$$

$$v_2 = \frac{l}{3}(g_2 + 4g_3 + g_4) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$v_{\frac{n}{2}} = \frac{l}{3}(g_{n-2} + 4g_{n-1} + g_n),$$

$$\text{somit: } V = \frac{l}{3}\left[(g_0 + 4g_1 + 2g_2 + 4g_3 + 2g_4 + \ldots + 2g_{n-2} + 4g_{n-1} + g_n)\right]$$

$$\text{oder } V = \frac{l}{3}\left[g_0 + g_n + 4(g_1 + g_3 + \ldots + g_{n-1}) + 2(g_2 + g_4 + \ldots + g_{n-2})\right]$$

welche Formel in der Mathematik als die Simpsonsche Regel bekannt ist. Um diese anzuwenden, sind daher dieselben Abmaße wie für den Fall 1 zu nehmen; die erhaltenen Querflächen jedoch in 3 Gruppen zu trennen, und zwar ist die Summe der untersten und obersten Querfläche einfach, die Summe der mit ungeradem Index bezeichneten Flächen vierfach und die Summe der Flächen mit geradem Index doppelt zu nehmen, endlich die Gesamtsumme mit einem Drittel der Sektionslänge l zu multiplizieren.

In gleicher Weise könnten auch aus der Hoßfeldschen oder der Simonyschen Formel Ausdrücke für die sektionsweise Kubierung abgeleitet werden, doch würden dieselben bei größerer Umständlichkeit des Verfahrens namentlich gegen die in 3 aufgestellte Regel keinen Vorteil bieten.

Von den eben abgeleiteten Formeln entspricht die Formel 3 vollständig der von uns aufgestellten Forderung, indem sie den parabolisch ausgebauchten oder eingebauchten sowie den geradseitigen Stammstücken gemeinsam entspricht; sie ist daher unstreitig die wissenschaftlich am meisten berechtigte; die Formel 2 gewährt dagegen die leichteste und einfachste Anwendung und wird daher in der Praxis am meisten bevorzugt.

Bei nicht zu kleiner Zahl der Sektionen sind auch die damit gewonnenen Resultate mit der nach der Simpsonschen Regel sehr nahe übereinstimmend, so daß selbst für wissenschaftliche Untersuchungen von dieser einfachen Formel Gebrauch gemacht werden kann, wenn die Sektionen nicht mehr als etwa 2 m Länge haben, wogegen für nicht sehr genaue Kubierungen auch Sektionen von 4—5 Meter Länge gebildet werden können. Bei vollholzigen Stämmen wird dann die Differenz kaum 1 Prozent überschreiten und selbst bei abholzigen Stämmen ergab die Vergleichung der Rechnungsresultate nach Formel 2 und 3 bei einer Sektionslänge von 2 Metern in den meisten Fällen nur eine Differenz von 1 bis 1,2 Prozent, im Maximum eine solche von 2 Prozent. Die Formel 1 dagegen gibt, schon wegen der darin enthaltenen untersten Grundfläche, bedeutend größere Differenzen und ist auch in der Anwendung weniger bequem, daher dieselbe weniger zu empfehlen ist.

Die beiden unter 1. und 2. abgeleiteten Methoden der sektionsweisen Kubierung geben ebenso wie die ihnen zugrunde gelegten einfachen Formeln nur den Inhalt der dem Paraboloid nahe kommenden, also der ausgebauchten Stammstücke richtig an, den Inhalt der geradlinig begrenzten (kegelförmigen) und der eingebauchten Sektionen aber mit einem gewissen Fehler; es ist daher für die Anwendung dieser Formel von Interesse, die Größe dieses Fehlers und die Umstände kennen zu lernen, von welchen diese Fehlergröße abhängt. Es soll dies in dem folgenden Paragraphen untersucht werden.

§ 5. **Berechnung des Fehlers bei Anwendung der Huber- und Smalianschen Formel auf geradseitige und eingebauchte Kegel.**

Wir wollen zunächst den Inhalt der betreffenden Vollkegel mit dem nach der Huberschen Formel ($v = g_{1/2} h$) sich ergebenden Kubikinhalte vergleichen und zu diesem Zwecke den Inhalt dieser Körper aus der Mittelfläche $g_{1/2}$ bestimmen.

Bekanntlich ist der Inhalt des Paraboloides $= {}^1/_2 g_u\, h$, jener des Kegels ${}^1/_3 g_u\, h$ und jener des Neiloides ${}^1/_4 g_u\, h$; für das Paraboloid ist nach seiner Grundgleichung $y^2 = px$

$$g_{1/2} : g_u = {}^1/_2 H : H = 1 : 2$$

$$\text{somit } g_u = 2 g_{1/2} \text{ und } v = {}^1/_2 g_u\, h = g_{1/2}\, h;$$

für den Kegel ergibt sich aus der Gleichung $y = px$

$$d_{1/2} : d_u = {}^1/_2 H : H = 1 : 2 \text{ und } g_{1/2} : g_u = 1 : 4$$

$$\text{somit } g_u = 4 g_{1/2} \text{ und } v = {}^1/_3 g_u\, h = {}^4/_3\, g_{1/2}\, h;$$

für das Neiloid ergibt sich aus der Gleichung $y^2 = px^3$ die Beziehung

$$g_{1/2} : g_u = ({}^1/_2 H)^3 : H^3 = 1 : 8,$$

$$\text{somit } g_u = 8 g_{1/2} \text{ und } v = {}^1/_4 g_u\, h = 2 g_{1/2} h.$$

Der Fehler bei der Berechnung nach der Huberschen Formel ist demnach für den Kegel $\triangle = {}^4/_3 g_{1/2}\, h - g_{1/2}\, h = {}^1/_3 g_{1/2}\, h$ oder 25 Prozent, für das Neiloid ist $\triangle = 2 g_{1/2}\, h - g_{1/2}\, h = g_{1/2}\, h$ oder 50 Prozent, d. h. man erhält den Inhalt des geradseitigen Kegels um 25 Prozent und jenen des Neiloides um 50 Prozent zu klein.

Es ergibt sich daraus die Unzulässigkeit, ganze Stämme einfach nach der Formel $g_{1/2}\, h$ zu kubieren, wie dies gleichwohl mehrfach empfohlen und auch häufig ausgeführt wird. Für vollholzige Stämme werden die Differenzen nicht so bedeutend sein, bei abholzigen Stämmen aber werden Fehler von 10—15 Prozent sehr häufig sein, und zwar stets zum Nachteile des Waldbesitzers, da der Inhalt immer zu klein erhalten wird.

Die Smaliansche Formel kann für Vollkegel, da bei dieser $g_o = 0$ würde, nicht wohl in Betracht kommen; wollte man dieselbe gleichwohl anwenden, so würde man

den Inhalt des Kegels um 50 Prozent, jenen des Neiloides aber um 100 Prozent z u g r o ß erhalten.

Für den Inhalt des abgestutzten Kegels oder Neiloides ist ein direkter Vergleich mit dem aus der Huberschen Formel sich ergebenden Inhalte nicht möglich, da der Inhalt der beiden genannten Kegelstutze aus der Mittelfläche allein nicht bestimmt werden kann; wir müssen daher für diesen Vergleich die Mittenfläche durch die beiden Endflächen, bezw. deren Durchmesser d_u und d_o ausdrücken.

Der Inhalt eines geradseitigen Kegelstutzes ist bekanntlich

$$v = \frac{h}{3}(g_u + \sqrt{g_u\, g_o} + g_o) = \frac{\pi h}{12}(d_u^2 + d_u\, d_o + d_o^2).$$

Smalians Formel gibt statt dessen

$$v' = \frac{h}{2}(g_u + g_o) = \frac{\pi h}{8}(d_u^2 + d_o^2), \text{ somit ist die Differenz}$$

$$\Delta = v' - v = \frac{\pi h}{8}(d_u^2 + d_o^2) - \frac{\pi h}{12}(d_u^2 + d_u\, d_o + d_o^2)$$

$$= \frac{\pi h}{24}(d_u^2 - 2 d_u\, d_o + d_o^2) = \frac{1}{6}\,\frac{\pi h}{4}(d_u - d_o)^2. \;\dots\; (1)$$

Hubers Formel dagegen gibt, da

$$d_{1/2} = \frac{d_u + d_o}{2} \text{ und somit } d_{1/2}^2 = \frac{d_u^2 + 2 d_u\, d_o + d_o^2}{4},$$

$$v'' = g_{1/2} h = \frac{\pi}{4} d_{1/2}^2 h = \frac{\pi h}{16}(d_u^2 + 2 d_u\, d_o + d_o^2), \text{ somit die Differenz}$$

$$\Delta = v - v'' = \frac{\pi h}{12}(d_u^2 + d_u\, d_o + d_o^2) - \frac{\pi h}{16}(d_u^2 + 2 d_u\, d_o + d_o^2)$$

$$= \frac{\pi h}{48}(d_u^2 - 2 d_u\, d_o + d_o^2) = \frac{1}{12}\,\frac{\pi h}{4}(d_u - d_o)^2. \;\dots\; (2)$$

Der wirkliche Inhalt des abgestutzten Neiloides ist

$$v = \frac{h}{4}(g_u + \sqrt[3]{g_u^2\, g_o} + \sqrt[3]{g_u\, g_o^2} + g_o) = \frac{\pi h}{16}(d_u^2 + \sqrt[3]{d_u^4\, d_o^2} + \sqrt[3]{d_u^2\, d_o^4} + d_o^2);$$

dagegen gibt die Smaliansche Formel den Inhalt

$$v' = \frac{h}{2}(g_u + g_o) = \frac{\pi h}{8}(d_u^2 + d_o^2), \text{ somit ist die Differenz}$$

$$\Delta = v' - v = \frac{\pi h}{8}(d_u^2 + d_o^2) - \frac{\pi h}{16}(d_u^2 + \sqrt[3]{d_u^4 d_o^2} + \sqrt[3]{d_u^2 d_o^4} + d_o^2)$$

$$= \frac{\pi h}{16}(d_u^2 - \sqrt[3]{d_u^4 d_o^2} - \sqrt[3]{d_u^2 d_u^4} + d_o^2) = \frac{h}{4}(g_u - \sqrt[3]{g_u^2\, g_o} - \sqrt[3]{g_u\, g_o^2} + g_o) \;\dots\; (3)$$

die Hubersche Formel aber gibt den Inhalt, da

$$g_{1/2}^{1/3} = \frac{g_u^{1/3} + g_o^{1/3}}{2}, \text{ somit } d_{1/2}^2 = \frac{d_u^2 + 3\sqrt[3]{d_u^4 d_o^2} + 3\sqrt[3]{d_u^2 d_o^4} + d_o^2)}{8} \text{ ist,}$$

$$v'' = g_{1/2} h = \frac{\pi h}{4} d_{1/2}^2 = \frac{\pi h}{32}(d_u^2 + 3\sqrt[3]{d_u^4 d_o^2} + 3\sqrt[3]{d_u^2 d_o^4} + d_o^2), \text{ somit die Differenz}$$

$$\Delta = v - v'' = \frac{\pi h}{32}(d_u^2 - \sqrt[3]{d_u^4 d_o^2} - \sqrt[3]{d_u^2 d_o^4} + d_o^2)$$

$$= \frac{h}{8}(g_u - \sqrt[3]{g_u^2\, g_o} - \sqrt[3]{g_u\, g_o^2} + g_o). \;\dots\; (4)$$

Es ergibt sich hieraus:

1. Daß die Hubersche Formel den Inhalt geradseitiger oder eingebauchter Schaftstücke stets zu klein, die Smaliansche aber stets zu groß angibt und zwar ist der Fehler bei letzterer Formel stets doppelt so groß als bei ersterer. Aus diesem Verhalten der Fehlergrößen ergibt sich auch, daß man die Rieckesche Formel aus den beiden vorgenannten zusammensetzen kann, indem man zum doppelten Inhalt aus der Mittenfläche den einfachen Inhalt aus den Endflächen addiert und das Ganze durch 3 dividiert.

2. Die Größe des Fehlers beträgt bei der Kubierung eines Kegelstutzes nach der Smalianschen Formel $^1/_6$ einer Walze, welche die Endstärkendifferenz (d_u—d_o) zum Durchmesser und die gleiche Länge (h) des gemessenen Stückes hat, bei der Huberschen Formel dagegen $^1/_{12}$ dieser Endstärkendifferenz-Walze.

Bei dem Neiloidstutze ist der Fehler der Berechnung nach der Smalianschen Formel annähernd $^1/_4$, und für die Berechnung nach der Huberschen Formel annähernd $^1/_8$ dieser Endstärkendifferenz-Walze [1]).

3. Die Größe des Fehlers ist demnach in allen Fällen abhängig von dem Unterschiede des oberen und unteren Durchmessers und dieselbe wächst im Sinne des Quadrates dieser Endstärkendifferenz. Es können daher bei vollholzigen und langschäftigen Stämmen mit geringer Durchmesserabnahme die Sektionen länger genommen werden, während bei abholzigen und kurzschäftigen Stämmen kurze Sektionen genommen werden müssen.

4. Die Kubierung aus den Mittenflächen ist im allgemeinen jener aus den Endflächen vorzuziehen, einmal des geringeren Fehlers wegen, dann aber auch, weil nach der üblichen Art der Messung in der Regel die Querflächen etwas zu groß erhalten werden, welcher Fehler durch das kleinere Resultat der Kubierung nach $g_{1/2}$. h zum Teile kompensiert wird, während im anderen Falle beide Fehler in gleichem Sinne wirken.

B. Massenermittlung für aufgearbeitete Hölzer.

§ 6. Kubierung von Bau- und Schnitthölzern.

Alle stärkeren Rundholzstücke werden, auch wenn selbe bereits zu größeren Stößen aufgeschichtet sind, stets einzeln für sich und direkt nach dem Festmaße kubiert. Für Schnitthölzer (Klötze, Sägebloche), welche gewöhnlich eine Länge von 4—6 Meter haben, und für kürzere Bauhölzer empfiehlt sich aus den eben entwickelten Gründen wieder die Kubierung aus der Mittenstärke (nach $v = g_{1/2} h$) am meisten, da dieselbe bei einfachster Anwendung (besonders bei Benützung entsprechender Walzentafeln) die besten Resultate gibt. Diese einfache Kubierungs-Methode ist um so mehr gerechtfertigt, als die ausgebauchte Form bei solchen Stammstücken überwiegend und die Durchmesserdifferenz in der Regel nur gering ist. Wenn die zu messenden Stücke bereits zu größeren Stößen aufgestapelt sind, ist die Kubierung aus den Endflächen (nach $v = \frac{g_u + g_o}{2} h$) oder aus den Oberstärken allein (nach Erfahrungszahlen) zu wählen, da hier die Mittenstärken nicht ohne größere Umständlichkeit gemessen werden könnten.

Die früher vielfach übliche Berechnung solcher Stücke als Kegel ist, selbst bei Benutzung von dementsprechenden Tafeln, wesentlich umständlicher und gibt die

1) Es ist zu bemerken, daß das unterste Schaftstück (am Wurzelstocke) meist eine mehr eingebauchte Form zeigt, als das Neiloid, daher die Fehler speziell für dieses Stück oft einen noch größeren Betrag als den obigen erlangen.

Inhalte meist beträchtlich zu nieder an; ebenso ist die bei den Holzhändlern beliebte Rechnung nach dem sogenannten „geglichenen“ Durchmesser (mit $\frac{d_u + d_o}{2}$ als Durchmesser der Mittenquerfläche) zu verwerfen. Bei geradseitigen Stücken ist zwar der Inhalt der gleiche wie aus der wirklich gemessenen Mittenstärke (da hier $\frac{d_u + d_o}{2} = d_{1/2}$), bei allen ausgebauchten Stücken aber erhält man den Inhalt beträchtlich zu klein und kann dieses Minus bei längeren Stücken mit größerer Differenz des oberen und unteren Durchmessers leicht 10—15 und auch mehr Prozente betragen.

Wir teilen hier einige Kubierungen von kürzeren und längeren Rundholzstücken aus der Mittenstärke mit, um daran zu zeigen, daß die Differenzen gegen den genau berechneten Inhalt sowohl in absoluter Größe als auch dem Prozentsatze nach selbst bei kegelförmigen oder etwas eingebauchten Stücken meist sehr geringe sind.

1. Ein Sägebloch aus der Stammitte von den Dimensionen: $l = 4$ m, $d_u = 36$ cm, $d_o = 33$ cm, $d_{1/2} = 34{,}5$ cm.
   Inhalt nach $g_{1/2}h = 0.3739$ fm
   wirklicher Inhalt $= 0.3742$ „ } $\Delta = 0.003 = 0.08\%$.
2. Ein eben solches mit $l = 4$ m, $d_u = 30.0$ cm, $d_o = 26\frac{1}{2}$ cm, $d_{1/2} = 28\frac{1}{2}$ cm.
   Inhalt nach $g_{1/2}h = 0.255$ fm
   wirklicher Inhalt $= 0.254$ „ } $\Delta = 0.001 = 0.4\%$

Die Rechnung nach der Mittenstärke gibt hier einen um 0.001 fm³ zu großen Inhalt, weil die Ausbauchung des Stückes etwas stärker ist als die eines Paraboloidstutzes.

3. Ein Sägebloch vom unteren Stammende mit $l = 6$ m, $d_u = 50$ cm, $d_o = 40$ cm. $d^{1}/_{2} = 44$ cm.
   Inhalt nach $g_{1/2}h = 0.9123$ fm
   wirklicher Inhalt $= 0.9302$ „ } $\Delta = 0.0179 = 2\%$
4. Ein Bauholz mit $l = 10$ m, $d_u = 30$ cm, $d_o = 20$ cm, $d_{1/2} = 25.5$ cm.
   Inhalt nach $g_{1/2} = 0.5107$ fm
   wirklicher Inhalt $= 0.5106$ „ } $\Delta = 0.0001 = 0.02\%$
5. Ein Bauholz mit $l = 20$ m, $d_u = 43$ cm, $d_o = 29$ cm, $d_{1/2} = 37$ cm.
   Inhalt nach $g_{1/2}h = 2.150$ fm
   wirklicher Inhalt $= 2.138$ „ } $0.012 = 0.6\%$.

Längere Bauhölzer (von mehr als 8—10 m Länge) sollen übrigens stets in 2—3 Sektionen zerlegt und diese nach den Mittenstärken kubiert werden.

Die nach dem vorigen § sich ergebende Fehlergröße bei Berechnung des Inhaltes eines Kegel- oder Neiloidstutzes aus der Mittenstärke gestattet die Feststellung der bei gegebener Länge noch zulässigen Endstärkendifferenz oder auch umgekehrt der bei gegebener Durchmesserabnahme zulässigen Sektionslänge, damit ein bestimmter Fehler in der Inhaltsberechnung nicht überschritten werde. Diese letztere Fehlergrenze kann, da die Praxis die Kubikinhalte solcher Hölzer nur auf 0.01 fm berechnet, mit 0.005 fm angenommen werden. Es ergibt sich also für den Kegelstutz zur obigen Feststellung die Beziehung $\Delta v = \frac{1}{12} \frac{\pi l}{4} (d_u - d_o) = 0.005$, woraus einerseits die zulässige Endstärkendifferenz bei gegebener l und andererseits die zulässige Länge bei gegebenem $d_u - d_o$ berechnet werden kann. Demnach wäre bei einem geradlinig begrenzten Stammstück von $l = 5$ m noch eine Durchmesserdifferenz von 12 cm zulässig; soll aber der Fehler die Größe von 0.001 fm nicht überschreiten, so ergibt sich die zulässige Größe von $d_u - d_o$ mit $5\frac{1}{2}$ cm. Wird anderseits die Durchmesserabnahme für das laufende Meter mit 1 cm angenommen (bei Fichte und Tanne beträgt diese Abnahme im mittleren Stammstück in der Regel 0.7 bis 1 cm, bei Kiefer und Lärche 1.0 bis 1.2 cm), so ergibt sich, da $d_u - d_o = \frac{l}{100}$ ist, aus $\Delta v = \frac{1}{12} \frac{\pi}{4} \left(\frac{l}{100}\right)^2 l = 0.005$ die zulässige Länge der Sektion mit $l = \sqrt[3]{764} = 9$ Meter.

Für die Kubierung von Langnutzhölzern (entwipfelter Stämme und längeren Stammabschnitten) hat Hofrat Schiffel allgemeine Kubierungstafeln auf Grund der von ihm aufgestellten Formel $v = l\left(0.61\, g_{1/4} + 0.62\, g_{3/4} - 0.23\, g_{1/4} \frac{d_{3/4}}{d_{1/4}}\right)$ berechnet und herausgegeben [1]), aus welchen Tafeln der Kubikinhalt solcher Rundhölzer nach

1) A. Schiffel, „Die Kubierung von Rundholz aus zwei Durchmessern und der Länge“, Mitteilung aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs XXVII. Heft. Wien 1902. Schiffel

Messung zweier Durchmesser (bei 1/4 und 3/4 der Länge) und deren Länge mit hinreichender mittlerer Genauigkeit entnommen werden kann.

Speziell für Sägebloche ist bei der Bemessung für den Verkauf vielfach die Messung nur nach dem oberen Durchmesser (nach den Oberstärken) üblich, welcher Gebrauch in dem Umstande seine Begründung findet, daß für das Ausbringen von Schnittmaterial hauptsächlich diese Oberstärke maßgebend ist. Die Inhaltsbestimmung kann in diesem Falle, da d_o allein für keine der bekannten Stammformen zur Berechnung genügt, nicht nach einer Formel, sondern nur nach besonderen Tafeln erfolgen, welche den erfahrungsmäßigen durchschnittlichen Inhalt solcher Klötze von bestimmter Länge und Oberstärke, nach dem oberen Durchmesser geordnet, angeben.

Um eine solche Tafel aufzustellen, hätte man eine möglichst große Anzahl von Blochen bestimmter Länge und verschiedener Stärke genau zu kubieren und zugleich deren Oberstärke zu notieren, dann aus allen Inhalten von Blochen gleicher Oberstärke den Durchschnittswert zu berechnen. Die so erhaltenen Mittelgrößen des Inhaltes für alle in der Untersuchung vertretenen Stärkestufen werden zunächst keine vollkommen gesetzmäßige Reihe bilden, da die Inhalte selbst bei gleicher Oberstärke schwankend sind und auch die Zahl der Erhebungen für die einzelnen Stärkestufen eine verschiedene sein wird; es muß daher die Reihe dieser Durchschnittswerte entsprechend ausgeglichen und eventuell auch für einzelne in den Erhebungen nicht vertretene Stärkestufen interpoliert werden. Dies erfolgt am besten auf graphischem Wege, indem man nach einem beliebigen Maßstabe die Oberstärken als Abszissen, die zugehörigen Mittelgrößen des Inhaltes als Ordinaten aufträgt, und dann durch die Endpunkte der letzteren eine diesen möglichst sich anschließende aber gesetzmäßig verlaufende Kurve hindurchzieht. Dabei sind jene Punkte, beziehungsweise Durchschnittswerte, welche einer größeren Zahl von Erhebungen entsprechen, vorwiegend zu berücksichtigen und sind zu diesem Zwecke schon in der Zeichnung als solche besonders hervorzuheben.

Aus sehr umfangreichen Erhebungen wurden solche Tafeln von Professor Kunze in Tharandt berechnet, welche in Preßlers „Forstlichem Hilfsbuch" enthalten sind; auch Burckhardts forstliche Hilfstafeln, dann die meisten Forstkalender enthalten solche Tafeln; — für Oesterreich wurden solche im Zbl. f. d. g. F. 1877 Seite 444 durch v. Salvadori mitgeteilt.

Bei Anwendung solcher Tafeln wird man nur für eine größere Zahl von abzumessenden Stücken annähernd richtige Masseninhalte erhalten, und auch dann nur unter der Voraussetzung, daß die Verhältnisse, welche die Ausbildung der Stammform bedingen, analoge sind mit jenen, für welche die Tafeln aufgestellt wurden; für einzelne oder wenige Stücke und bei Anwendung solcher Tafeln unter anderen Formverhältnissen der Stämme können sich sehr beträchtliche Differenzen ergeben.

Stangen, d. h. unentwipfelte schwache Stämmchen (Durchforstungshölzer etc.) werden selten einzeln auf ihren Kubikinhalt bestimmt, sondern meist nach gleichen Längen und Unterstärken zusammengelegt und dann partienweise nach diesen beiden Dimensionen ebenfalls nach Erfahrungstafeln, welche den Inhalt meist für je 100 Stück angeben, kubiert. Solche Tafeln, deren Aufstellung in gleicher Weise wie

---

gibt in dieser Schrift auch einen Nachweis der Fehler, welche sich bei Kubierung ganzer Stämme oder längerer Stammabschnitte aus der Mittenstärke ergeben. Ueber diese in der Praxis noch vielfach beliebte Kubierung des Rundholzes aus der Mittenstärke vergl. auch die Abhandlungen von Holl, Wiehl u. a. in der „Oesterr. Vierteljahresschrift für Forstwesen" 1890 Seite 272 und 348, 1898 Seite 148, 1899 Seite 24, 203, 319 und 329.

jene für Klötze nach Oberstärke erfolgt, wurden gleichfalls von Kunze für die sächsische Staatsforstverwaltung berechnet und sind in den meisten forstlichen Hilfstafelwerken enthalten. Die Unterstärken werden dabei meist bei 1,0 m vom Abhiebe aufwärts gemessen.

Der Inhalt scharfkantig bearbeiteter (bezimmerter oder geschnittener) Bauhölzer ist aus den Dimensionen der Länge, Breite und Dicke (bezw. Höhe) nach v=b . d . l zu berechnen, welche Berechnung durch entsprechende Tafeln (z. B. Preßlers Hilfsbuch, Tafel 9) wesentlich vereinfacht wird.

§ 7. **Kubierung des Ast-, Reisig- und Stockholzes.**

Die direkte Bestimmung des soliden Kubikinhaltes von Ast-, Reisig- oder Stockholz kann entweder gleichfalls auf stereometrischem oder auf physikalischem Wege, und zwar in letzterem Falle entweder durch Eichung oder nach dem Gewichte erfolgen.

Starke Gabeläste bei Laubholz werden ebenso wie der Schaft sektionsweise (ohne Aufarbeitung) gemessen; für das übrige stärkere Astholz, mit Ausnahme einzelner sehr krummer oder unregelmäßiger Stücke, ist gleichfalls eine sektionsweise Kubierung aus dem mittleren Durchmesser und der Länge am zweckmäßigsten, und zwar empfiehlt es sich hier, die Aeste gleich auf 1 Meter lange Stücke aufarbeiten und in Partien von annähernd gleicher Stärke zusammenlegen zu lassen. Für weniger genaue Kubierungen würde es genügen, die Stücke jeder Partie zu zählen und deren mittleren Durchmesser an mehreren Probestücken zu messen. Der Kubikinhalt jeder Partie kann dann direkt aus einer Tafel für vielfache Kreisflächen entnommen werden. Für genauere Kubierungen ist jedoch von jedem Stücke der mittlere Durchmesser abzunehmen. Da es sich dabei meist nicht um den Inhalt eines einzelnen Stückes, sondern um den Gesamtinhalt der vorliegenden Astmasse handelt, so ist es zulässig, die Durchmesser etwa auf halbe Zentimeter abzustufen und alle in die gleiche Stufe fallenden Stücke gleich bei der Messung etwa in der folgenden Art zusammenzuschreiben:

Durchmesser	Abzählung	Stückzahl	Inhalt fm ^{3}
cm 2	IIII IIII IIII IIII IIII	25	0.008
,, 2½	IIII IIII IIII IIII IIII III	28	0.015
,, 3	IIII IIII IIII IIII II	22	0.016
,, 3½	IIII IIII IIII IIII	19	0.019
,, 4	IIII IIII II	12	0.015
,, 4½		—	—
,, 5	IIII	5	0.010
		Gesamtinhalt:	0.083 fm ^{3}

Jedes Stück wird in der entsprechenden Stärkestufe mit einem Striche bezeichnet und jeder fünfte Strich der leichteren Abzählung wegen quer über die vorhergehenden gesetzt. Die Inhalte können wieder einer Tafel der vielfachen Kreisflächen direkt entnommen werden. Auf diese Weise können selbst größere Astmengen mit verhältnismäßig wenig Umständen und Zeitaufwand genau aufgenommen werden.

Für das schwächere Reisigholz sowie für das sehr unregelmäßig gestaltete Stock- und Wurzelholz ist die stereometrische Methode der Kubierung nicht mehr anwendbar und wird daher deren Volumen entweder durch Eichung oder nach dem Gewichte bestimmt.

Die Eichung erfolgt durch Eintauchen der betreffenden Stücke unter Wasser und Messung der durch sie verdrängten Wassermenge; sie beruht auf dem Satze, daß jeder Körper, in Wasser eingetaucht, soviel Wasser verdrängt, als sein

Volumen beträgt. Vorübergehend kann hiezu ein beliebiges parallel-epipedisches Gefäß aus Brettern von bestimmter Länge (l) und Breite (b) und beliebiger Höhe dienen, vorausgesetzt, daß dasselbe wasserdicht gemacht ist. Dieses wird zuerst bis etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt, dann das Reisigholz (in Wellen) oder die Wurzelstöcke etc. partienweise eingelegt, und, um es vollständig unter Wasser zu tauchen, mit Steinen beschwert. Mißt man nun die Höhe des Wasserstandes vor dem Einlegen des Holzes, aber einschließlich der zum Beschweren bestimmten Steine oder Gewichte ($= h$), und ebenso jene nach dem Eintauchen desselben ($= h'$), so ergibt sich der gesuchte Kubikinhalt aus $v = b \cdot l\ (h' - h)$.

Sollen solche Messungen wiederholt und in größerem Umfange ausgeführt werden, so bedient man sich dazu besonderer Eichgefäße oder Xylometer. Es sind dies meist zylindrische Gefäße aus Zinkblech von etwa 1½ m Höhe und 0,5—0,6 m Durchmesser, in welche die Holzstücke oder Reisigwellen eingetaucht werden. Entweder hat ein solches Gefäß nahe dem oberen Rande eine einfache Ausflußöffnung, in welchem Falle dasselbe bis zum Abfließen mit Wasser gefüllt, dann das zu messende Holz eingelegt und das hiebei abfließende Wasser auf seine Menge (nach Liter) gemessen wird, oder dasselbe wird außen mit einem kommunizierenden Glasrohre versehen, welches mittelst eines Kniestückes aus Metall in den unteren Teil des Gefäßes eingelassen ist, und bis zum oberen Rande des Gefäßes reicht. Wird nun der unterste Punkt der Glasröhre mit 0 bezeichnet und das Gefäß bis zu diesem Punkte mit Wasser gefüllt, so kann durch weiteres Zugießen von je 1 Liter Wasser und Markierung des betreffenden Wasserstandes auf der Glasröhre der jeweilige Inhalt des Gefäßes oberhalb des Nullpunktes in 0,001 Festmeter abgelesen werden. Für den Gebrauch wird das Gefäß horizontal aufgestellt, zum Teil mit Wasser gefüllt und die Höhe des Wasserstandes vor und nach dem Eintauchen des zu messenden Holzes an der Teilung der Glasröhre abgelesen. Die Differenz der beiden Ablesungen gibt direkt den Inhalt in $^1/_{1000}$ Festmeter und schätzungsweise auch die Zehntel dieser Teilgröße. In beiden Fällen wird noch über dem Boden des Gefäßes ein verschließbares Abflußrohr zum Entleeren desselben angebracht. Es gilt als Regel, stets so viel Holz als möglich auf einmal zu messen, um die Mehrung der Fehler zu vermeiden, ferner das Holz möglichst in frischem Zustande zu messen, da das trockene Holz Wasser aufsaugt und dadurch das Volumen kleiner erscheinen würde [1]).

Für die Kubierung größerer Mengen von Reisig oder Stockholz u. dgl. ist die Eichung zu umständlich und zeitraubend, daher man es in diesem Falle vorzieht, die Gesamtmenge zu wägen und nur für einen kleinen Teil derselben das Verhältnis zwischen Volumen und Gewicht durch Eichung zu bestimmen. Man benützt somit hier den Satz der Physik, daß sich die Volumina von Körpern gleichen spezifischen Gewichtes ebenso verhalten wie ihre Gewichte. Bei verschiedenartigem Materiale ist daher dasselbe zunächst in Partien von unter sich gleichem spezifischem Gewichte (gröberes Stockholz, starkes und schwaches Wurzelholz, stärkeres Ast- und schwaches Reisigholz etc.) zu teilen; für jede Partie wird ein Teil vorher genau gewogen und dann geeicht, wodurch man die Gewichte g_1, g_2 etc. und die Volumina v_1, v_2 etc. derselben erhält, dann werden die ganzen Partien gewogen und deren Kubikinhalt nach der Gleichung $V_1 = v_1 \frac{G_1}{g_1}$, $V_2 = v_2 \frac{G_2}{g_2}$ etc. berechnet. Zum Wägen bedient man sich am besten einer kleinen Brückenwage oder auch einer Federwage.

1) Ausführliches über Eichung und Eichgefäße siehe in Baurs Holzmeßkunde Seite 92 u. ff., dann in dessen „Untersuchungen über den Festgehalt und das Gewicht des Schichtholzes und der Rinde", Augsburg 1879.

Die Bestimmung des Kubikinhaltes bloß aus dem Gewichte mit Zuhilfenahme des aus Tafeln entnommenen spezifischen Gewichtes des Holzes ist nicht zulässig, weil das spezifische Gewicht selbst für dieselbe Holzart je nach dem Standorte, dem Grade der Trockenheit etc. sehr verschieden ist; dagegen kann an Stelle des Eichens zur Bestimmung des Volumens auch der bekannte Satz benützt werden, daß ein in Wasser getauchter Körper soviel an Gewicht verliert, als das Gewicht des durch ihn verdrängten Wassers beträgt, doch ist auch dieses hydrostatische Verfahren ziemlich umständlich.

§ 8. Massenermittlung nach Raummaß und dessen Umrechnung in Festmaß. Alle kleineren Sortimente und unregelmäßigen Stücke werden für den Verkauf und für sonstige Zwecke der Wirtschaft nicht direkt nach Festkubikmetern berechnet, sondern aufgearbeitet in bestimmte Raummaße (Schichtmasse) gestellt und nach diesen gemessen. Die Brenn- und Nutzholzscheite sowie die stärkeren Prügel- oder Knüppelhölzer, dann Stock- und Wurzelholz werden zumeist in Raummeter eingesetzt, das schwächere Reisigholz aber in Wellen von bestimmter Länge und Stärke gebunden.

Der Rauminhalt solcher Schichtmaße ergibt sich aus der Länge des Stoßes × Höhe desselben × Länge der Scheite oder Prügel etc.; doch ist bei Stößen, welche in geneigter Lehne aufgestellt sind, die Länge derselben nicht nach der geneigten Linie, sondern horizontal und die Höhe vertikal nach der ausgeglichenen Höhe der obersten Schichtlage zu messen.

Für die Zwecke des Verkaufes und Holzmarktes genügt diese Bemessung nach dem Raummaße, weil dieses hier die übliche Verkaufseinheit bildet; für die Bestimmung des abgegebenen Massenquantums aber müssen diese Raummaße auf ihren soliden Holzmassengehalt reduziert, beziehungsweise in Festmeter umgerechnet werden. Diese Umrechnung erfolgt mit Hilfe von Erfahrungszahlen über das durchschnittliche Verhältnis des Festgehaltes zum Raummaße bei verschiedenen Sortimenten, und es müssen also für diesen Zweck die Massengehalte einer großen Anzahl von Schichtmaßen genau erhoben und hieraus wieder die Durchschnittszahlen gebildet werden. Die Erhebung des Massengehaltes erfolgt für die Scheithölzer und stärkeren Knüppelhölzer wieder am besten nach der stereometrischen Methode, d. h. aus der Mittenstärke der einzelnen Stücke (bei Scheitholz vor dem Aufspalten der einzelnen Stammabschnitte), für die übrigen Sortimente durch Eichung oder Wägen. In ausgedehnterem Maße sind Untersuchungen hierüber von den deutschen und österreichischen Versuchsanstalten gemacht und deren Resultate veröffentlicht worden [1]).

Soweit es überhaupt möglich ist, hiefür allgemeine Durchschnittszahlen zu geben, mögen solche hier Raum finden; dieselben geben das Verhältnis des Festmaßes zum Raummaße in Prozenten des letzteren und zwar für gute Schichtung und ohne Uebermaß:

Nutzscheite	75—80 %
Brenn-Scheitholz	60—75 %
Prügel- oder Knüppelholz	50—65 %
Reisig	30—45 %
Stockholz	30—40 %.

Auf den soliden Inhalt der Raummasse hat eine Reihe von Faktoren Einfluß,

1) Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs von Dr. A. v. Seckendorff, I. Heft, Wien 1877; und Baur's bereits vorher zitierte „Untersuchungen über den Festgehalt etc." Augsburg 1879.

deren Kenntnis und Beachtung bei der Anwendung solcher aus allgemeinen Untersuchungen hervorgegangenen Zahlen unerläßlich ist; es sind dies:

a) Die Länge der Holzstücke; je länger die Stücke sind, desto mehr kommen Krümmungen und Unregelmäßigkeiten zur Geltung, daher bei solchen der Massengehalt eines Raummeters kleiner ist, als bei kurzen Stücken.

b) Die Stärke der Stücke; stärkere Stücke geben mehr soliden Inhalt als schwache, daher unaufgespaltenes Holz mehr als aufgespaltenes, starkes Prügelholz mehr als schwaches Scheitholz etc. Es sind daher bestimmte Vorschriften über die zulässige Stärke der gespaltenen und der Rundholzstücke erforderlich.

c) Die mehr oder weniger regelmäßige Gestalt der Stücke; geradschäftige, astfreie Stücke legen sich am dichtesten aneinander, daher die glatten Nutzscheite den größten, — astige, verbogene Stücke, Stockholz etc. den geringsten Massengehalt, die Nadelhölzer im allgemeinen mehr als die Laubhölzer, Reisig von Fichten oder Tannen mehr als solches von Kiefern und Eichen etc. aufweisen. Bei der Schichtung ist deshalb auf Entfernung aller besonderen Unebenheiten und auf glatten Abhieb der Aeste am Schafte zu sehen.

d) Die Art der Schichtung. Die mehr oder weniger sorgfältige Einschichtung vermag beträchtliche Unterschiede des Massengehaltes hervorzurufen; Kreuzstöße haben geringeren Gehalt als die gewöhnliche Zainung; einzeln abgesteckte Raummeter weniger als große und insbesondere hochaufgestellte Holzzaine. Die Anwendung der bei den Untersuchungen gewonnenen Mittelwerte setzt voraus, daß die Schichtung der Versuchsmasse gerade so stattgefunden hat, wie sie im gewöhnlichen Wirtschaftsbetriebe stattfindet. Bei Schichtung von Scheitholz soll darauf gesehen werden, daß stets Fläche auf Fläche und nicht Kante auf Fläche gelegt wird, da letzteres die Zwischenräume bedeutend vermehrt.

Das vielfach bei der Aufschichtung des Brennholzes noch übliche Uebermaß muß bei der Berechnung des Raummaßes in Ansatz gebracht oder der berechnete Massengehalt um den Prozentsatz des Uebermaßes erhöht werden.

§ 9. Berechnung der Rindenmasse. Von manchen Holzarten gelangt die Rinde zuweilen für sich besonders zur Abgabe, so die Rinde der Tannen-Nutzhölzer als Brennmaterial, jene der Fichte und Eiche als Gerbe- oder Lohrinde, und sind daher diese Rindenmassen sowohl nach den üblichen Verkaufsmassen als auch auf ihren Festgehalt zu bestimmen. Die Abgabe der Tannen- und Fichtenrinde erfolgt zumeist in Raummetern, für letztere mitunter auch in Wellen oder nach dem Gewichte, jene der Eichenlohrinde meist nach dem Gewichte. Die Umrechnung der Raummasse oder der Gewichtsmengen in Festmeter solider Rindenmasse erfolgt wieder nach Erfahrungszahlen, wie solche in den meisten forstlichen Hilfstafeln enthalten sind.

Die Bestimmung des soliden Massengehaltes bestimmter Raummasse oder Gewichtsmengen von Rinde erfolgt, da die stereometrische Messung bei der meist geringen und dabei stark wechselnden Rindendicke unsicher ist, am besten durch Eichung der abgelösten Rinde (bei größeren Mengen auch durch Wägen und nur teilweise Eichung derselben).

Nach den Untersuchungen der deutschen Versuchsanstalten (bearbeitet von Prof. Baur) ergeben sich für die Umrechnung von Raummaß oder Gewicht der Rinde in Festmaß durchschnittlich folgende Zahlen:

1 Raummeter Fichten- oder Tannenrinde	=0.3 — 0.4	fm.
1 „ Eichenrinde	=0.4	fm.
100 kg Tannen- oder Fichtenrinde	=0.12—0.13	fm.

100 kg Eichen-Altrinde =0.13—0.14 fm.
100 „ Eichen-Jungrinde =0.11—0.12 fm.

Für die Beurteilung des Rindenertrages aus einer gegebenen Bestandesmasse oder auch des Verlustes an Rinde, wo diese gar nicht zur Verwertung gelangt, ist es von Wichtigkeit, den Prozentanteil zu kennen, welchen die Rinde bei verschiedenen Holzarten von der Gesamtmasse beträgt. Dieser Anteil der Rinde an der Gesamtmasse der Stämme oder Bestände schwankt bei den verschiedenen Holzarten etwa zwischen 6 und 15 Prozent, ist jedoch auch für dieselbe Holzart je nach Standort, Lichtstellung und Alter etwas verschieden; es wären übrigens hierüber eingehendere Untersuchungen, als solche bis jetzt vorliegen, erwünscht.

Nach meinen eigenen Erhebungen an zahlreichen Stämmen beträgt die Rinde in haubaren Fichtenbeständen bester Bonität 7—8 Prozent, in solchen geringer Bonität (Hochlage und mehr freiem Stand) 10—12 Prozent des gesamten Stamminhaltes; bei der Buche ergaben sich durchschnittlich 6 Prozent, bei der Tanne 14 Prozent, bei der Kiefer 10—12 Prozent Rindenmasse. Diese Zahlen gelten jedoch nur für ganze Stämme haubarer Bestände, wogegen das Rindenprozent in jüngeren Beständen oder für einzelne Stammteile je nach der Holzart verschieden sein wird.

C. Messung der Längen und Grundflächen (Durchmesser oder Umfänge); Instrumente und Hilfsmittel hiezu.

§ 10. Die Längenmessung. Für alle von uns angeführten Methoden stereometrischer Kubierung ist stets die Messung der Länge, dann einer oder mehrerer Querflächen des betreffenden Stückes erforderlich, und zwar wäre die Länge im Sinne unserer Ableitungen stets als die Länge der Mittelaxe ab, beziehungsweise in der mit dieser parallelen Richtung cd_1 zu messen. Bei der geringen Durchmesserabnahme im Verhältnis zur Länge der Baumstämme ist jedoch der Fehler bei direkter Messung nach der Außenseite des Stammes, also der Linie cd statt cd_1, ein verschwindend kleiner, daher die Längen selbst für ganze Stämme einfach nach der äußeren Stammkurve gemessen werden können; nur bei sehr starker Neigung und eventuell auch Krümmung der Außengrenze des Stammes gegen die Mittelachse (am Wurzelstocke) wäre auf die Messung der Länge parallel zur letzteren zu achten.

Fig. 16.

Die Messung der Längen erfolgt mittelst Meßlatten oder Meßbändern. Erstere sind Holzstäbe von 2—5 m Länge, mit rechteckigem Querschnitte, an den Enden mit Eisen oder Messing beschlagen und mit einer Teilung in Meter und Dezimeter versehen; für die Messung längerer Stammstücke (oder Holzzaine u. dgl.) werden am besten zwei Stäbe zugleich verwendet, von welchen an der Außenseite des Stammes stets wieder der folgende an den vorhergehenden knapp angestoßen wird. Als Meßbänder sind die englischen Leinenmeßbänder mit Einlagen von Messingdrähten am meisten zu empfehlen, da dieselben dauerhafter und auch bei nasser Witterung weniger veränderlich sind, als die einfachen Leinenbänder; sie sind meist 20 Meter lang, in Dezimeter oder auch Zentimeter geteilt, wobei die einzelnen Meter deutlich hervortreten sollen; für die Messung der in Raummaß gestellten Hölzer und kürzerer Rundholzstücke sind die Meßlatten vorzuziehen; für die Abmaß längerer Stammstücke oder auch ganzer Stämme (sektionsweise Kubierung) sind jedoch auch die Meßbänder mit Vorteil zu verwenden; man spannt im letzteren Falle das ganze Meßband an der Oberseite des Stammes straff aus und mißt an den betreffenden Stellen (für 2metrige Sektionen bei 1, 3, 5, 7 etc. m) die Durchmesser der Querflächen.

Ganz kurze Stücke werden mit einem gewöhnlichen zusammenlegbaren Meterstabe gemessen. Die Verwendung von Meßketten ist weder für die Längen- noch für die Durchmesser- oder Umfangmessung zu empfehlen.

§ 11. Messung der Querflächen (Durchmesser oder Umfänge). Die direkte Messung der für die Kubierung in Rechnung zu nehmenden Querflächen als solche kann nur in seltenen Fällen in Frage kommen; wir ersetzen dieselbe daher in der Regel durch die einfachere und an jeder Stelle ausführbare Messung von Durchmessern oder des Umfanges, woraus dann bei kreisförmigen Querschnitten die Fläche nach den bekannten Beziehungen:

$$g = \frac{\pi}{4} d^2 \text{ oder } g = \frac{u^2}{4\pi}$$

zu berechnen, beziehungsweise aus nach diesen Formeln berechneten Tafeln [1]) zu entnehmen ist.

Wir haben aber schon in § 1 hervorgehoben, daß die Querflächen der Baumstämme zwar im allgemeinen annähernd kreisförmig, im einzelnen aber doch vielfach von der Kreisform mehr oder weniger abweichend, im untersten Stammteile sogar oft sehr unregelmäßig gestaltet sind. Selbst scheinbar regelmäßig gestaltete Baumschäfte haben häufig nicht kreisrunde sondern elliptische oder eiförmige Querschnittsflächen und in Beständen, welche starken Luftströmungen ausgesetzt sind, ist das Vorkommen solcher Querflächen mit ungleichen Durchmessern sogar die Regel. Diese Unregelmäßigkeiten oder Abweichungen von der Kreisform üben hier einen viel größeren Einfluß auf das Verhältnis eines beliebig gemessenen Durchmessers oder des Umfanges zur betreffenden wirklichen Querfläche, als dies bei der Längenmessung bezüglich der Abweichung von der Stammachse der Fall ist, und müssen selbe daher bei der Messung berücksichtigt werden; die Praxis ist dabei, schon der bequemen Anwendung der Kreistafeln wegen, bestrebt, jenen mittleren Durchmesser zu finden, dessen Kreisfläche der wirklichen Querfläche nahezu gleichkommt.

Für elliptische Querflächen wäre der Flächeninhalt bekanntlich nach $g = \frac{\pi}{4} Dd$ zu berechnen, also das geometrische Mittel des größten und kleinsten Durchmessers als der Durchmesser eines gleich großen Kreises zu nehmen. Statt dessen wird gewöhnlich das arithmetische Mittel $\frac{D+d}{2}$ der beiden Durchmesser als Kreisdurchmesser in Rechnung genommen, womit man bei der Ellipse wie bei der Eiform den Flächeninhalt um $\frac{\pi}{4}\left(\frac{D-d}{2}\right)^2$, d. h., um die der halben Durchmesserdifferenz entsprechende Kreisfläche zu groß erhält. Der Fehler wächst demnach auch hier im quadratischen Verhältnisse zur Differenz des größten und kleinsten Durchmessers, erreicht jedoch innerhalb der gewöhnlichen Stammformen keine beachtenswerte Größe.

So beträgt z. B. für das dem gewöhnlichen Durchschnitte entsprechende Durchmesserverhältnis von d = 30 cm und D = 32 cm der Fehler bei Berechnung als Kreisfläche mit dm = 31 cm nur 0.1%, und selbst bei der schon bedeutenden Durchmesser-Differenz von d = 30 cm und D = 34 cm wäre der Fehler erst 0.4%.

Querflächen von unregelmäßiger Form können überhaupt aus Durchmessern nur annähernd richtig bestimmt werden; — es wird sich hier empfehlen, aus mehreren nach verschiedenen Richtungen, aber mit Vermeidung besonderer Ausbauchungen des Stammes gemessenen Durchmessern das arithmetische Mittel zu nehmen, wobei die Flächeninhalte übrigens meist noch etwas zu groß erhalten werden.

---

1) Gegenwärtig sind fast nur mehr nach dem Durchmesser berechnete Tafeln in Gebrauch; es wird daher auch bei Messung des Umfanges an entsprechend eingerichteten Meßbändern nicht dieser sondern der zugehörige Durchmesser abgelesen.

Die Messung des Umfanges anstatt der Durchmesser und die Bestimmung der Querflächen daraus als Kreisflächen muß, da der Kreis von allen Flächen im Verhältnisse zu seinem Umfange den größten Inhalt hat, für alle nicht kreisförmigen Querflächen stets einen zu großen Inhalt ergeben und zwar um so mehr, je unregelmäßiger deren Form ist. Eine Annäherung an den richtigen Kreisumfang der betreffenden Fläche, wie dies für die Durchmesser durch Messung mehrerer solcher erfolgt, und ebenso eine Ausgleichung der Fehler bei der Messung mehrerer Stämme ist bei der Umfangmessung nicht möglich und muß dieselbe um so mehr zu große Resultate ergeben, als bei dem Anlegen des Meßbandes auch alle Unebenheiten, Vorsprünge rauher Borke etc. überspannt werden, was bei der Durchmessermessung leicht zu vermeiden ist.

Nach den von R. Micklitz und in der Forstverwaltung Badens gesammelten Erfahrungen ergibt die Umfangmessung gegenüber der Durchmessermessung um 6—10 % zu große Resultate.

Für kreisförmige Querflächen ist die Umfangmessung, abgesehen von ihrer etwas umständlicheren Ausführung, ebenso berechtigt als die Messung der Durchmesser, und bei länglichen oder ovalen, aber sonst regelmäßigen Querschnitten würde sie selbst sicherere Resultate geben, als die Messung nur eines Durchmessers.

Aus dem Vorstehenden ergeben sich für die Praxis folgende Regeln:

1. Die Durchmessermessung ist im allgemeinen der Umfangmessung vorzuziehen.

2. Bei elliptischen oder ovalen Stammformen ist der größte und kleinste Durchmesser zu messen und daraus das arithmetische Mittel zu nehmen; ebenso sind bei starken Stämmen mindestens zwei und bei unregelmäßiger Form der Querfläche mehrere Durchmesser mit Hinweglassung besonderer Ausbauchungen zu messen und aus diesen das Mittel zu nehmen. Der berechnete Mitteldurchmesser ist dabei stets nach unten abzurunden.

3. Die Messung der Durchmesser oder Umfänge muß stets winkelrecht auf die Stammachse erfolgen, im anderen Falle man abermals ein zu großes Maß erhält.

4. Fällt die Messung auf eine unregelmäßige Stelle des Stammes (z. B. Asteingang), so ist der Durchmesser in gleicher Entfernung oberhalb und unterhalb der eigentlichen Meßstelle zu messen und aus beiden Abmaßen das Mittel zu nehmen.

5. Alle den Durchmesser, bezw. Umfang vergrößernden Ansätze von Borke, Moos, Flechten u. dgl. an der Meßstelle sind vor der Messung zu entfernen.

6. Für sehr genaue Messungen sind bei unregelmäßigen Querflächen die Methoden der Flächenmessung anzuwenden. Am meisten empfiehlt sich die Messung mittelst eines Planimeters, für welchen Zweck die Umfänge der zu messenden Flächen auf Pauspapier übertragen werden können. In Ermanglung eines Planimeters kann der Flächeninhalt auch nach der Simpsonschen Regel gefunden werden, indem man winkelrecht auf den größten Durchmesser der Fläche in je gleichen Abständen a die Breiten b_0, b_1, b_2 etc. mißt und die Fläche nach der Formel

$$G = \frac{a}{3}\left[(b_0 + b_n) + 4(b_1 + b_3 + \ldots\ldots + b_{n-1}) + 2(b_2 + b_4 \ldots + b_{n-2})\right]$$

berechnet.

§ 12. **Einfluß der Fehler bei der Durchmesser- und Längenmessung auf den Inhalt.** Für die Beurteilung des erforderlichen Genauigkeitsgrades der vorzunehmenden Messungen, beziehungsweise der zulässigen Abrundungen bei denselben ist die Kenntnis des Einflusses, welchen solche Abrundungen oder Messungsfehler auf das Resultat der Inhaltsberechnung ausüben, von Wichtigkeit und soll derselbe daher im folgenden kurz erörtert werden.

Wird bei der Messung eines Durchmessers d der Fehler δ begangen, wobei, je nachdem der Durchmesser zu groß oder zu klein gemessen wurde, δ mit positivem oder negativem Zeichen zu denken ist, so ist der Fehler im Kubikinhalte, wenn die Länge des Stückes l und d in der Mitte gemessen ist,

$$\Delta v = \frac{\pi}{4}(d+\delta)^2 l - \frac{\pi}{4} d^2 l = \frac{\pi}{4}(2d\delta + \delta^2) l$$

oder mit Vernachlässigung der kleinen Größe δ^2

$$\Delta v = \frac{\pi}{4} \,.\, 2d\delta \,.\, l,$$

daher bei gleichem Messungsfehler δ der Fehler im Kubikinhalte proportional ist der Größe des Durchmessers und der Länge des Stückes, d. h. die absolute Fehlergröße wächst bei gleichem δ mit der Größe von d und l.

Dasselbe gilt von der Umfangmessung, doch würde, wenn der absolute Fehler δ für die Durchmesser- und Umfangmessung gleich ist (z. B. sowohl d als u nur auf Zentimeter genau gemessen werden), die Umfangmessung (abgesehen von sonstigen Einflüssen) relativ dreimal so genau sein, als die Durchmessermessung.

Im Prozentsatze (p) des wirklichen Volumens ausgedrückt ist der obige Fehler

$$\Delta v = \frac{pv}{100} \text{ und } p = \frac{\Delta v}{v} 100 \text{ oder}$$

$$p = \frac{\frac{\pi}{4} 2d\delta \,.\, l}{\frac{\pi}{4} d^2 l} 100 = \frac{\delta}{d} 200.$$

Das Fehlerprozent oder der relative Fehler in der Bestimmung des Kubikinhaltes steht daher bei gleichem Messungsfehler δ in umgekehrtem Verhältnisse zur Größe des Durchmessers, während die Länge des Stückes hierauf gar keinen Einfluß nimmt. Es folgt daraus, daß für Messungen oder Untersuchungen, für welche gleiche relative Genauigkeit angestrebt wird, die Durchmesser in dem Verhältnisse genauer gemessen werden müssen, als dieselben kleiner werden, und es läßt sich aus obigem leicht eine Skala der zulässigen Fehlergröße oder Abrundung ermitteln, welche für verschiedene Stärkestufen der Durchmesser einzuhalten ist, um ein bestimmtes Fehlerprozent nicht zu überschreiten. Ist letzteres $= p$, so ist die zulässige Fehlergrenze $\delta = d \frac{p}{200}$.

Soll z. B. die Fehlergrenze p = 2 Prozent nicht überschritten werden so ist die zulässige Fehlergröße

$$\text{für } d = 10 \text{ cm } \delta = \frac{10.2}{200} = 0.1 \text{ cm}$$

$$\text{für } d = 20 \text{ cm } \delta = \frac{20.2}{200} = 0.2 \text{ cm}$$

$$\text{für } d = 40 \text{ cm } \delta = \frac{40.2}{200} = 0.4 \text{ cm usw.}$$

Bezüglich des durch die Abrundung entstehenden Fehlers ist zu beachten, daß der größte hiedurch entstehende Fehler immer nur halb so groß ist, als das Maß der Abrundung selbst, daher in obigen drei Fällen eine Abrundung auf etwa $1/4$, $1/2$ und 1 Zentimeter zulässig wäre.

Die Anwendung einer solchen Abstufung in der Genauigkeit der Messung ist jedoch nach obigem nur dort berechtigt, wo eine gleiche relative Genauigkeit der einzelnen Messungen erstrebt werden soll, wo das Resultat der Messung starker und schwacher Hölzer für sich in Betracht kommt; dagegen würde es z. B. zwecklos sein, bei der sektionsweisen Kubierung eines Stammes die geringeren Durchmesser mit zunehmender Genauigkeit zu messen, da es sich hier nur um die geringste absolute

Fehlergröße des Gesamtresultates handelt, für welchen Zweck vielmehr die stärkeren Sektionen mit größerer Sorgfalt gemessen werden müßten, als die geringen. Die Praxis pflegt daher alle zu Einem Gesamtresultat gehörigen Messungen (z. B. alle Stämme eines Bestandes, alle Sektionen eines Stammes) mit gleicher Genauigkeit auszuführen, wogegen schwache Hölzer oder Bestände für sich mit einer feineren Abrundung der Durchmesser zu messen sind als starke.

Wird bei der Messung der Länge l ein Fehler λ begangen, wobei λ ebenfalls als positive oder negative Größe zu denken ist, so beträgt der Fehler im Kubikinhalte

$$\Delta v = \frac{\pi}{4} d^2(l+\lambda) - \frac{\pi}{4} d^2 l = \frac{\pi}{4} d^2 \lambda$$

und ist die absolute Fehlergröße daher der Querfläche proportional, aber von der Länge selbst unabhängig.

Im Prozentsatze (p) des wirklichen Inhaltes ausgedrückt ist dieser Fehler

$$\Delta v = \frac{pv}{100} \quad \text{oder} \quad p = \frac{\Delta v}{v} 100, \text{ somit } p = \frac{\frac{\pi}{4} d^2 \lambda}{\frac{\pi}{4} d^2 l} 100 = \frac{\lambda}{l} 100$$

oder bei einem gestatteten Fehlerprozente p ist der zulässige Fehler der Längenmessung

$$\lambda = l \frac{p}{100}.$$

Das Fehlerprozent steht daher wieder im geraden Verhältnisse zur Größe des Messungsfehlers λ und im umgekehrten Verhältnisse zur Länge selbst; dasselbe ist jedoch bei gleicher relativer Genauigkeit der Längen- wie der Stärkemessung (d. h. bei gleichem Verhältnisse $\frac{\lambda}{l}$ wie $\frac{\delta}{d}$ nur halb so groß als das Fehlerprozent der letzteren, da $p_d = \frac{\delta}{d} 200$ und $p_l = \frac{\lambda}{l} 100$.

Es folgt daraus, daß, um einen gleichen Einfluß der beiden Messungsfehler auf das Gesamtresultat zu erzielen, die Durchmesser relativ doppelt so genau gemessen werden müßten, als die Längen. In Wirklichkeit werden aber die Längen, ihrer viel größeren absoluten Dimension wegen, fast immer relativ genauer gemessen als die Durchmesser, daher im allgemeinen die Fehler der Stärkemessung das Resultat der Inhaltsberechnung weit mehr beeinflussen, als die Fehler der Längenmessung.

Für den Verkauf werden die Durchmesser in der Regel auf ganze Zentimeter und die Längen auf ganze Dezimeter gemessen; die größten Fehler der Abrundung betragen daher $\delta = 0.5$ cm, $\lambda = 0.05$ m. Für ein Sägebloch von d = 33 cm und l = 5 m sind demnach die beiden Fehlerprozente:

$$p_d = \frac{0.5}{33} 200 = 3\%, \; p_l = \frac{0.05}{5} 100 = 1\%;$$

für ein Bauholz von d = 50 cm und l = 10 m wären dieselben:

$$p_d = \frac{0.5}{50} 200 = 2\%, \; p_l = \frac{0.05}{10} 100 = 0.5\%.$$

§ 13. **Instrumente zur Durchmesser- und Umfangmessung.** Das gebräuchlichste Instrument zum Messen der Durchmesser ist die Kluppe, welche aus einem Maßstabe A (Figur 17) besteht, an dessen einem Ende ein Arm B winkelrecht befestigt ist, während ein zweiter Arm C in gleichfalls winkelrechter Stellung am Maßstabe auf und ab bewegt werden kann. Wird nun der zu messende Durchmesser zwischen die beiden Arme genommen, so wird dessen Größe durch diese auf den Maßstab übertragen und kann auf der hier angebrachten Ein-

teilung abgelesen werden. Die Innenseite des fixen Armes muß dabei dem Nullpunkte der Einteilung entsprechen. Der bewegliche Arm soll sich leicht verschieben lassen, dabei aber stets bezüglich seiner Innenkante in senkrechter Stellung verbleiben; die den Maßstab umgebende Hülse desselben (D) muß daher lang genug sein, um ihm eine sichere Führung zu geben.

Fig. 17.

Die Kluppen werden zumeist aus Holz, mitunter aber auch aus Metall verfertigt. Die Kluppen aus Holz haben den Vorzug der Leichtigkeit und größeren Billigkeit, sie unterliegen jedoch dem Einflusse des Quellens und Schwindens bei abwechselnder Feuchtigkeit und Trockenheit; es ist daher notwendig, dem Maßstabe in der Hülse einen genügenden Spielraum mit Rücksicht auf seine Ausdehnung bei nassem Wetter und zugleich dem beweglichen Schenkel jederzeit die richtige Stellung zu sichern. Unter den vielen Konstruktionen, welche obigen Zweck durch Anwendung von Metallfedern, Keilen oder Schrauben erreichen wollen, verdient diejenige den Vorzug, welche nach den Angaben G. Heyers zuerst von Staudinger in Gießen verfertigt wurde und welche in Figur 17 und 18 dargestellt ist. Der Maßstab (A) hat hier einen trapezförmigen Querschnitt und berührt die Hülse des beweglichen Schenkels (D) nur an seiner oberen und mit kleinen Teilen seiner breiteren Seite, wodurch die Reibung vermindert und hinreichender Spielraum zur Ausdehnung gegeben ist. Die untere schräge Seite des Maßstabes ruht auf einem Metallkeil c, welcher durch die Schraube d vor- und rückwärts bewegt werden kann. Hiedurch kann dem Maßstabe stets jener Spielraum gegeben werden, welcher für eine leichte, aber sichere Führung erforderlich ist. Um den Metallkeil stets in richtiger Stellung und Spannung zu erhalten, sind zwischen diesen und die Hülse bei e zwei kleine Metallfedern eingelegt.

Fig. 18.

In einfachster und zugleich für die gewöhnliche Praxis vollkommen befriedigender Weise wird die gestellte Aufgabe durch die von dem kgl. preuß. Oberförster Aldenbrück im Jahre 1864 angegebene, später (1876) von dem k. k. Hofrat J. Friedrich in die forstliche Praxis eingeführte Konstruktion gelöst. Diese

Fig. 19.

Fig. 20.

Kluppe (Fig. 19) besteht aus einem parallelepipedischen Maßstabe mit gleichfalls einem fixen und einem beweglichen Arm, deren letzterer in seiner Führungshülse einen breiteren aber zur Meßkante des Armes schräg gestellten Ausschnitt in der Art erhält, daß im Augenblicke des Messens bei festem Anlegen der Arme an den Stamm durch die Stützpunkte c und d die senkrechte Stellung des Armes C gesichert ist, während derselbe bei freier Bewegung eine schräge Stellung C′ einnimmt. Zur Führung dienen die beiden Handhaben E, E_1.

Um einer etwa durch Abnützung der Stützpunkte c und d bei der einfachen Holzkluppe entstehenden Ungenauigkeit in der Stellung des beweglichen Armes zu begegnen, hat nach einem gleichfalls bereits von Aldenbrück gemachten Vorschlage der dermalige k. k. Oberforstrat E. Böhmerle in der Führungshülse desselben eine Feder (f in der Fig. 20) angebracht, welche nunmehr den durch die Schraube s stets regulierbaren Stützpunkt c bildet.

Eine weitere Kategorie der hölzernen Kluppen sind die Kluppen, bei welchen der Maßstab aus zwei mittelst Leiste und Nut ineinander verschiebbaren Teilen besteht, an deren jedem je ein Arm winkelrecht befestigt ist. Hier wird durch die längere Führung der beiden Teile ineinander ein stärkeres Ausweichen der Arme aus ihrer parallelen Stellung verhindert, daher auch diese Kluppen für die mittleren Dimensionen sehr gut, für kleine oder sehr große Dimensionen (bei welchen die Führung eine kurze wird) aber bereits ziemlich unsicher funktionieren. Die Länge der beiden Maßstabteile braucht in diesem Falle nur etwas über die Hälfte der stärksten zu messenden Dimensionen zu erhalten.

Die beiden Figuren 21 und 22 zeigen die Form der älteren, von Oberförster Friedrich im Jahre 1858 angegebenen, und der Handloßschen Patentkluppe dieser Art [1]).

Fig. 21.

Fig. 22.

Als Materiale für hölzerne Kluppen wird mit Vorliebe das Holz von wilden Obstbäumen oder auch Ahornholz verwendet.

Aus Metall werden Kluppen verfertigt, wenn dieselben für ausgedehnte Abmaßen unter schwierigen Verhältnissen dienen, also eine besondere Dauerhaftigkeit

1) Außer den hier angeführten bestehen noch zahlreiche andere Kluppenkonstruktionen, von denen einige in Dr. Udo Müller's Lehrbuch der Holzmeßkunde näher beschrieben sind. Hier seien nur noch jene erwähnt, deren Ausführung die Benützung der Kluppe als Gehstock (Kluppenstock) gestattet. Bei der notwendig nur schwachen Dimensionierung der in den Stock umlegbaren Arme sind diese Kluppen nur für Kontrollmessungen u. dergl., aber nicht für größere Abmaßen zu gebrauchen.

besitzen sollen und zwar in diesem Falle meist aus Stahl, — oder für Zwecke sehr genauer Messungen aus Aluminium oder Magnalium mit besonders sorgfältiger Konstruktion und Einteilung. Metallkluppen erhalten, da sie nur ganz geringen Veränderungen unterliegen, stets nur eine einfache aber nicht zu kurze Führung; bei eisernen Kluppen soll die Führungshülse des beweglichen Armes zur Verminderung der Reibung mit einem anderen Metall (Messing) gefüttert werden — auch pflegt man die Handgriffe der Führung für den Gebrauch im Winter mit Leder oder mit gefirnißter Rebschnur zu überziehen. Bei eisernen Kluppen ist besonders darauf zu sehen, daß das Gewicht im ganzen und besonders das Gewicht nach vornehin nicht zu groß wird; die Arme sollen daher, um bei geringstem Gewicht die nötige Festigkeit und Steifheit zu erhalten, sowohl im Querschnitt von innen nach außen, als auch vom Maßstab gegen das Ende zu nach einer parabolischen Linie verjüngt sein. Figur 23 gibt die Form einer Kluppe aus Bessemerstahl, wie sie speziell in Tirol für größere Abmaßen in Gebrauch steht.

Fig. 23.

a b Schnitt a b. Schnitt c d. c d

Der Maßstab der Kluppen wird meist in Zentimeter geteilt und sollen die Ziffern der Teilung deutlich sichtbar sein; — für feinere Messungen kann auch in einem Ausschnitte der Hülse des beweglichen Schenkels ein Nonius zur Ablesung der Millimeter angebracht werden (Fig. 17).

Für Auszählungen und Messungen, bei welchen durchaus nach einer bestimmten Abrundung (z. B. auf je 2 oder 4 cm) gemessen werden soll, wird die Teilung auch so eingerichtet, daß die Teilstriche die Grenzen der betreffenden Stärkestufen angeben (Abrundungskluppen); — andere Kluppen geben nebst dem Durchmesser auch die Kreisflächen oder auch bereits die Kubikinhalte für bestimmte Längen an (Kubierungskluppen). Von den verschiedenen Konstruktionen selbstregistrierender Kluppen seien hier jene von Oberforstrat H. Reuß, bei welcher die gemessenen Durchmesser auf einem am Maßstabe ausgespannten Papierstreifen piquiert werden und zugleich die Zahl der gemessenen Stämme durch ein Zählwerk registriert wird, und die Wimmenauersche Kreisflächenzählkluppe genannt, welche letztere direkt die Summe der Querflächen aller gemessenen Stämme sowie die Anzahl derselben registriert. Andere solche Kluppen geben die gemessenen Durchmesser auf einem sich abwickelnden Papierstreifen durch Typendruck an (z. B. jene von Bodenstein). Alle diese komplizierteren und daher auch kostspieligeren Kluppen haben in der Praxis noch wenig Eingang gefunden; nur die Wimmenauersche Kreisflächenzählkluppe ist bei der großh. hessischen Staatsforstverwaltung vorwiegend in Anwendung.

Die Länge des Maßstabes der Kluppen schwankt, je nachdem mehr oder weniger starke Dimensionen damit zu messen sind, in der Regel zwischen 0,6 und 1,0 Meter; die Länge der Arme soll stets etwas mehr als die Hälfte dieser Länge betragen. Für Abmaßen von schwächeren Hölzern sind kleinere Kluppen vorzuziehen, da insbe-

sondere in dichten Jungbeständen die Länge des Maßstabes hinderlich ist. Die Form der Arme soll auch bei Holzkluppen beträchtlich breiter als dick sein, um das Federn derselben zu verhindern. Um ferner das Ausbiegen des beweglichen Kluppenarmes nach außen zu vermeiden, ist die Kluppe stets mit dem Maßstabe ganz an den Stamm anzuschieben und sind die Arme zwar knapp, aber ohne Ausübung eines Druckes an den Stammumfang anzulegen; im Gegenfalle werden besonders kleinere Durchmesser stets beträchtlich zu klein gemessen.

Die Führung der Kluppe soll ein bequemes Anlegen der Hand gestatten und stets in der Richtung der Bewegung, also in der Linie des Maßstabes liegen; die Führung mittelst Handhaben, welche seitlich oder unterhalb des Maßstabes angebracht sind, ist nur bei Kluppen mit großem Spielraum in der Führungshülse (wie bei der Aldenbrückschen Kluppe) zulässig. Im allgemeinen werden in der Praxis solche Kluppen bevorzugt, welche mit entsprechender Leichtigkeit eine solide und einfache Konstruktion verbinden.

Anstatt der Kluppe kann für die Stärkenmessung auch ein entsprechend großer, eiserner Tasterzirkel (der Tharandter Baumzirkel) Anwendung finden; er gewährt jedoch bei größerer Kostspieligkeit und bedeutendem Gewichte gegenüber den besseren Kluppen keinen Vorteil. Als ein weiteres zur Messung der Durchmesser dienendes Instrument wäre noch die Treffurthsche Winkelspanne zu nennen. Bei dieser wird der Stamm zwischen zwei Schenkel und einem dritten, querliegenden Stab eingefaßt, der Durchmesser also nicht direkt gemessen, sondern aus der Spannweite berechnet und an dem erwähnten Querstabe abgelesen. Dieses Prinzip liegt auf der Stockkluppe von Nagy zugrunde, ist jedoch in dieser Form nur zur Messung stehender Stämme zu verwenden und gibt überhaupt bei nicht ganz kreisförmigen Querflächen weniger genaue Abmessungen.

Für die Umfangsmessung benutzt man kleinere Meßbänder (2—5 m lang) aus Leinen oder Stahl, welche auf einer Seite die gewöhnliche Zentimeterteilung zur Angabe des Umfanges, auf der anderen Seite aber eine Teilung erhalten, welche die den betreffenden Umfängen entsprechenden Durchmesser angibt, so daß daran auch direkt die Durchmesser abgelesen werden können. Zweckmäßig wird das Meßband an seinem Anfange mit einem Dorn versehen, um es an dem Baumumfange befestigen und dann an diesen möglichst knapp anlegen zu können. Die Meßbänder bieten den Vorzug, daß sie bequem in jeder Tasche mitgenommen werden können und leisten daher auf Reisen, bei Revisionen u. dgl. sehr gute Dienste; für den allgemeinen Gebrauch in der Wirtschaft sind jedoch die Kluppen vorzuziehen.

§ 14. Hilfstafeln. Bei allen Aufgaben der Holzmassenermittlung können zur Vereinfachung und größerer Sicherheit des Rechnens mit Vorteil Tafeln verwendet werden, und zwar sind es, da die Querflächen fast immer als Kreise berechnet werden und diese wieder entweder mit der Länge oder auch mit der Anzahl der Stücke (bei größerer Anzahl von gleichen Durchmessern) zu multiplizieren sind, besonders Kreisflächentafeln und Tafeln der vielfachen Kreisflächen (die sogen. Walzentafeln), welche am meisten Anwendung finden. Die ersteren geben für bestimmte Durchmesser oder Umfänge die Größe $\frac{\pi}{4} d^2$, bez. $\frac{u^2}{4\pi}$, die letzteren aber zugleich für jede Länge l den Kubikinhalt $v = \frac{\pi}{4} d^2 l$, oder für eine Anzahl n gleicher Durchmesser die Gesamt-Kreisflächensumme $G = \frac{\pi}{4} d^2 n$ an.

Diesen Kreistafeln schließen sich meist noch Tafeln an zur Berechnung behauener oder beschnittener Hölzer verschiedener Form und Dimension, dann Tafeln, welche Erfahrungszahlen über Inhalt und Formverhältnisse der Bäume und Bestände enthalten.

Solche Tafeln müssen, um eine leichte und sichere Anwendung zu gestatten, abgesehen von der Korrektheit der Zahlenangaben (welche übrigens in der Zahl der Dezimalstellen nicht über das von der Praxis geforderte Maß der Genauigkeit gehen soll), auch übersichtlich angeordnet und mit hinlänglich großen deutlichen Ziffern gedruckt sein; bei Erfahrungszahlen sollen auch stets die Verhältnisse angegeben sein, für welche dieselben gelten.

Speziell als Kreistafeln sind Kunzes Hilfstafeln für Holzmassen-Aufnahmen, Berlin 1884, für sehr genaue Berechnungen aber dessen „Siebenstellige Kreisflächen für alle Durchmesser von 0.01 bis 99.99. Dresden 1868" zu empfehlen.

Von den zahlreichen eigentlichen Kubierungstafeln für verschiedene Holzsortimente zeichnen sich besonders Pressler's „Forstliche Kubierungstafeln" durch klaren Druck und übersichtliche Anordnung aus; als umfassende Hilfstafeln für alle Aufgaben der Holzmeßkunde ist Presslers „Forstliches Hilfsbuch", aus welchem auch bequeme Auszüge speziell für die Baum- und Waldmassenschätzung, dann für die Zuwachsermittlung erschienen sind, zu nennen; auch sind solche Kreisflächen-, Kubierungs- und sonstige Hilfstafeln in den meisten Forstkalendern enthalten.

II. Ermittelung der Holzmasse stehender Bäume.

§ 15. Uebersicht der Methoden. Für die Ermittelung der Holzmasse stehender Bäume sind die Bedingungen gegenüber der Messung liegender Stämme insoferne wesentlich verschiedene, als hier nur die unteren Durchmesser oder Umfänge des Stammes direkt gemessen werden können, wogegen die Messung der Höhe sowie aller oberen Durchmesser von etwa 2 Meter aufwärts nur indirekt erfolgen kann; auch wird hier in der Regel, besonders für die Bestimmung der Astmasse, teilweise auch die bloße Schätzung oder die Benutzung von Erfahrungszahlen Platz greifen müssen.

Die vielfach verschiedenen Methoden, welche für die Inhaltsbestimmung stehender Bäume angewendet werden können, lassen sich in vier Hauptgruppen einteilen; dieselbe kann nämlich erfolgen:

1. ohne alle Messung, also nur durch Abschätzung (Okularschätzung).

2. nur durch Messung der Höhe und des zugänglichen unteren Durchmessers, wobei die Holzmasse aus diesen beiden Größen nach Erfahrungszahlen, und zwar entweder direkt für den Kubikinhalt (nach Massentafeln), oder auch aus solchen für das Verhältnis des wirklichen Masseninhaltes zu jenem einer Walze von gleicher Grundfläche und Höhe (nach Formzahlen) bestimmt wird;

3. aus der gemessenen Höhe und Grundstärke und dem Verhältnisse eines bestimmten oberen Durchmessers zur Grundstärke (nach Preßlers Richthöhe oder durch Ermittlung der Formzahl aus jenem Verhältnisse);

4. durch Messung der Höhen, dann des unteren und eines oder mehrerer oberer Durchmesser, und zwar in diesem Falle entweder nach einer der in § 2 und 3 abgeleiteten allgemeinen Kubierungsformeln oder durch sektionsweise Kubierung.

Für alle nicht allein auf Okularschätzung beruhenden Verfahren ist die indirekte Messung der Höhen, für die unter 3. und 4. bezeichneten Verfahren aber auch die indirekte Messung oberer Durchmesser notwendig, welche Messung wieder besondere Instrumente erfordert, daher wir eine kurze Beschreibung der wichtigsten dieser Instrumente der Ausführung der Kubierungsmethoden selbst vorausschicken wollen.

A. Instrumente zur indirekten Höhen- und Stärkemessung.

§ 16. Geometrisches Höhenmessen. Die meisten Methoden und Instrumente für die indirekte Höhenmessung beruhen auf der Bildung ähnlicher Dreiecke und der Berechnung der nicht direkt meßbaren Höhe aus den meßbaren Stücken derselben, und zwar wird dabei meist das durch den Augpunkt des Beobachters A, die Spitze des Baumes B und dessen Fußpunkt C gegebene Dreieck durch die vom Augpunkte bis an den Stamm gedachte Horizontallinie AD in zwei rechtwinklige Dreiecke zerlegt, und die Höhe BC demnach aus den beiden Stücken BD und CD, beziehungsweise aus den diesen entsprechenden Stücken der korrespondierenden Dreiecke am Instrumente bestimmt.

Fig. 24.

Das einfachste dieser Verfahren ist die Höhenmessung mittelst Stäben. Stellt man sich nämlich in entsprechender Entfernung vom Stamme in A, (Fig. 24) und in geringer Entfernung Ad = e vor sich gegen den Stamm einen Stab senkrecht auf, visiert man dann vom Augpunkte A nach der Spitze und dem Fuße des Baumes und markiert diese Visierlinien am Stabe in b und c, so verhält sich, da

$$\triangle \text{Abc} \sim \triangle \text{ABC ist,}$$

$$\text{BC} : \text{bc} = \text{AD} : \text{Ad} = \text{E} : \text{e},$$

wenn wir die horizontal zu messende Entfernung des Standpunktes vom Stamme mit E bezeichnen; daher die Höhe des letzteren $\text{BC} = \text{bc}\,\frac{\text{E}}{\text{e}}$.

Um dabei den Augpunkt unverrückt zu erhalten, steckt man in A_1 einen zweiten, kürzeren Stab ein, von dessen oberem Ende aus man visiert.

Hat man z. B. die Entfernung vom Stamme = 30 m gemessen, die Entfernung des Stabes = 1.5 m genommen und nach der Visur auf die Spitze und den Fußpunkt des Stammes bc = 1.20 m erhalten, so ist die Höhe des betreffenden Stammes $H = 1.2\,\frac{30}{1.5} = 24$ Meter.

Eine feinere Ausführung dieser Methode ist die Messung mittelst des Hoßfeldschen Höhenmessers. Derselbe besteht aus zwei mit einer gleichen Teilung (etwa in Zentimeter und Millimeter) versehenen Schienen aus Holz oder Metall, deren eine CD mittelst eines leichten Stativs vertikal aufgestellt wird, während die andere AB sich in dieser sodann in horizontaler Richtung verschieben läßt; ein dritter dünner Stab ist um den Punkt A drehbar und dient zur Visur auf die Spitze und auf den Fußpunkt des Baumes.

Fig. 25.

Wird nun, nachdem die Horizontal-Entfernung des Standpunktes vom Baume gemessen wurde, die Schiene AB so eingestellt, daß die Anzahl der Teile bis zur Kante CD der zweiten Schiene dieser Entfernung (und zwar etwa 1 cm für je 1 Meter Distanz) entspricht, so geben die von dem Visierstabe bei den beiden Visuren AE und AE_1 an der Schiene CD vom Punkte b aus abgeschnittenen Teile in ihrer Summe direkt die Höhe des Baumes, da die Stücke be und be_1 ebenso ein verjüngtes Maß des oberhalb und unterhalb der Horizontallinie gelegenen Teiles der Baumhöhe sind, wie das Stück Ab ein verjüngtes Maß der Horizontaldistanz ist.

Auch die Höhenmessung mit dem Sanlavilleschen Dendrometer beruht in der Hauptsache auf demselben Prinzipe; nur läßt hier die verschiebbare

Horizontalschiene Ae (Figur 26) eine Neigung gegen den Horizont zu, deren Winkelbetrag an einem kleinen Gradbogen gemessen werden kann, und läßt sich demnach direkt auf den Fußpunkt des Baumes einstellen. Diese Schiene ist daher hier auf das Maß der schiefen Distanz AC einzustellen, welche entweder direkt als solche gemessen oder auch aus der horizontal gemessenen Distanz A_1C und dem Neigungswinkel der Visur α nach der trigonometrischen Formel $AC = \frac{A_1C}{\cos\alpha}$ berechnet werden kann.

Fig. 26.

Die Visur auf den Fußpunkt erfolgt durch die in A und c angebrachten Diopter; für die Visur auf die Spitze des Baumes oder eine sonst zu messende Höhe dient ein zweites Objektiv-Diopter, welches mittelst einer den Vertikalstab umgebenden Hülse an diesem verschiebbar ist. Die Teilung beider Stäbe erfolgt wieder am besten in Zentimeter und Millimeter (und zwar für die Schiene Ae vom Okular A aus, für den Vertikalstab vom Kreuzungspunkte c der beiden Stäbe aus nach aufwärts) und gibt, wenn das Stück Ac auf das Maß der schiefen Entfernung AC, also auf das Verhältnis 1 : 100 eingestellt wird, die Ablesung der oberen Visur bei b direkt die Höhe BC in Metern und Dezimetern. Der Vertikalstab ist hier meist zylindrisch geformt und kann mittelst einer Dosenlibelle und Stellschrauben genau vertikal gestellt werden. Das ganze Instrument wird aus Messing angefertigt und auf ein leichtes dreibeiniges Stativ aufgestellt.

Anstatt der Distanzmessung kann für die Einstellung des Instrumentes auch ein Normalmaß benützt werden. Zu diesem Zwecke ist bei c ein kleiner Messingrahmen mit zwei Visierfäden angebracht, deren Entfernung genau der Einheit der Teilung (in unserem Falle 1 cm) entspricht. Am Fuße des zu messenden Stammes wird nun das dieser Teilung entsprechende Normalmaß (1 Meter) und das Instrument an geeigneter Stelle aufgestellt, dann die Schiene Ae nach Einstellung in die Richtung der Latte so lange verschoben, bis die Visur über die beiden Fäden cd genau die Normallatte CD deckt. Aus der Aehnlichkeit der beiden Dreiecke ACD und Acd, dann ABC und Abc, welche die Seiten AC und Ac gemeinsam haben, ergibt sich, daß

$$BC : bc = AC : Ac = CD : cd$$

daher, wenn cd die Einheit der Teilung und CD die Einheit des Höhenmaßes (1 Meter) ist, auch die Ablesung Ac die schiefe Distanz AC, und die Ablesung bc die Höhe BC direkt angibt.

Für große oder ganz geringe Distanzen kann auch mit doppeltem oder halbem Normalmaß gemessen werden; für ersteren Zweck ist zwischen den beiden Fäden des zum Normalmaß gehörigen Diopters noch ein Mittelfaden angebracht und wird die ganze Latte mit der halben Fadendistanz gemessen, im letzteren aber die Hälfte des Normalmaßes mit den beiden äußeren Fäden, und man hat dann selbstverständlich im ersten Falle die Ablesung bc mit 2 zu multiplizieren, im zweiten Falle durch 2 zu dividieren. Zur sicheren Einstellung dürfte es besser sein, den drei Diopterfäden eine Distanz von je 1 cm (also für die äußeren von 2 cm) und dementsprechend auch den Zielscheiben des Normalmaßes eine Entfernung von 2 Metern zu geben. In diesen beiden Fällen wird das Verhältnis der Entfernungen und Höhen nicht wie 1 : 100, sondern wie 1 : 50 oder 1 : 200 hergestellt.

Die indirekte Distanzmessung durch eine am zu messenden Stamme aufgestellte Latte von bestimmter Länge ist übrigens auch bei anderen Höhenmessern ausführbar und soll deshalb im weiteren nicht mehr besonders erwähnt werden; die direkte Distanzmessung, welche auch wohl selten einer Schwierigkeit unterliegt, gibt jedoch unter allen Umständen als Grundlage der Höhenmessung eine größere Genauigkeit, als die Einvisierung einer verhältnismäßig kleinen Lattenhöhe mit den meist ziemlich primitiven Visiervorrichtungen.

Im Prinzip mit dem Sanlavilleschen Dendrometer übereinstimmend, jedoch in wesentlich vervollkommneter Ausführung, ist der Kleinsche Höhenmesser, welcher als eines der neuesten und zugleich besten Intrumente zur Baumhöhenmessung noch hier genannt sei. Der Maßstab für die Standlinie besteht hier aus einer doppelten Laufschiene, an welcher der Höhenmaßstab auf die gemessene schiefe Entfernung vom Baume im Verhältnisse 1 : 100 eingestellt werden kann. Der Höhenmaßstab stellt sich durch ein unten angebrachtes Metallpendel von selbst vertikal, so daß die Anwendung eines Statives entfällt. Die Visur auf die Spitze des Baumes und die Ablesung am Höhenmaßstab erfolgt hier nicht mittelst eines Diopters, sondern mittelst eines am Okularende der Laufschienen angebrachten Doppelspiegels, durch welchen das Bild des Baumgipfels sowie der demselben entsprechenden Ablesestelle am Höhenmaßstab in die Visierebene auf den Stammfuß herabprojiziert werden kann. Das Kleinsche Instrument stellt demnach eine Verbindung des Sanlavilleschen oder auch des gleichfalls aus diesem hervorgegangenen Klaußnerschen Höhenmessers mit dem erst später zu erwähnenden Pfisterschen Höhenspiegel dar [1]).

Eine sehr einfache Ausführung der Höhenmessung nach dem gleichen Prinzip, wie es dem Sanlavilleschen Dendrometer zugrunde liegt, aber ohne Instrument, nur mit Hilfe eines gewöhnlichen zusammenlegbaren Maßstabes und einer 2 oder besser 4 Meter langen Latte, bietet das von Forstmeister Hub angegebene Verfahren. Man stellt die Latte an den zu messenden Baum oder macht sonst an demselben die Höhe von 2 oder 4 m durch eine Marke ersichtlich und markiert an dem Maßstabe die dieser Lattenhöhe entsprechende Anzahl von Zentimetern (etwa durch Ueberkleben der ersten 2—4 cm des Maßstabes mit einem farbigen Papier). Hält man nun von angemessener Entfernung aus den Maßstab, mit der Marke nach unten und in vertikaler Stellung, so vor das Auge, daß die Visur über die beiden Enden der Marke die Latte deckt, und visiert bei unveränderter Stellung auf die Baumspitze, so ergibt die dieser Visierlinie entsprechende Ablesung der Zentimeterzahl am Maßstabe direkt die Baumhöhe in Metern. Der Beweis hiefür geht aus Fig. 26 ohne weiteres hervor.

Ein diesem ähnliches, aber durch die Art der Ausführung unterschiedenes Verfahren ist das des schweiz. Oberförsters Christen. Dieser benützt dazu ein etwa 34 cm langes Messinglineal, von welchem in bestimmtem Abstande a (vergl. Fig. 27) zwei Kanten vorspringen, und gleichfalls eine 4 m lange Latte. Das Lineal wird bei angemessener Entfernung des Messenden vom Baume aus freier Hand hängend gehalten und solange vom Auge wegbewegt, bis die Visur über die beiden Kanten den Baum vom Fußpunkt bis zum Gipfel einschließt. Der Abstand des Punktes, in welchem sodann die Visierlinie auf das obere Ende der Latte das Lineal trifft, von dessen unterer Kante gibt nun ein Maß für die Höhe des Baumes und kann diese am Lineal an der betreffenden Stelle direkt abgelesen werden. In Fig. 27 sei BC die zu messende Baumhöhe (h), bc der Abstand der Kanten am Lineal (a), CD die Lattenlänge (l) und cd der dieser entsprechende Abstand der Visuren auf das obere und untere Lattenende (λ).

Fig. 27.

Aus der Aehnlichkeit der Dreiecke ABC und Abc, dann ACD und Acd ergibt sich

$$BC : bc = CD : cd \text{ oder } h : a = l : \lambda$$

und daraus ergibt sich $\lambda = \frac{a \cdot l}{h}$. Aus den ergebenen Größen l = 4 m und a = 30 cm können

1) Beschreibung und Theorie des Kleinschen Höhenmessers sind im „Forstwissenschaftlichen Zentralblatt“, Jahrgang 1904 enthalten. Derselbe ist von Max Meyer in München (Gutastraße 6) zum Preise von 65 Kronen zu beziehen.

nun die Werte von λ für alle Höhen von 5 bis 40 m berechnet und auf dem Lineal aufgetragen werden.

Als ein anderes, sehr einfaches Verfahren, um gegebenenfalls ohne Anwendung eines Instrumentes oder einer Meßlatte annähernd die Höhe eines Baumes zu bestimmen, sei das folgende empfohlen: Man stellt sich in einer mit dem Meßband oder durch Schrittmaß bestimmten Entfernung (meist 20, 25 oder 30 m) vom Baume auf und hält einen gewöhnlichen, in Zentimeter geteilten Maßstab vertikal hängend in der Entfernung von 0.5 m vom Auge so vor sich, daß die Visur über das obere Ende des Maßstabes die Spitze des Baumes trifft; die hierauf bei der Visur zum Fußpunkt des Baumes abgelesene Anzahl von Zentimetern des Abstandes beider Visuren am Maßstabe mit der doppelten Entfernung multipliziert, gibt die Höhe des Baumes.

Bezeichnet man wieder mit h die Baumhöhe, mit E die Entfernung des Messenden vom Baume, mit e die Entfernung des Maßstabes vom Auge und mit a die Ablesung in cm am Maßstabe, so ist $h : a = E : e$, daher $h = a \cdot \frac{E}{e}$ und da $e = 0.5$ m ist, $h = a.2\,E$.

Um die Entfernung des Maßstabes vom Auge = 0.5 m ohne Gehilfen richtig herzustellen, nimmt man den Maßstab bei der Marke von 50 cm zwischen die Finger, hält ihn in wagrechter Stellung mit dem Anfang an das Auge und dreht ihn unter Beibehaltung dieser Entfernung in die vertikale Stellung. Die Entfernung E kann auch schief gemessen werden, in welchem Falle auch der Maßstab zur Feststellung der Entfernung e = 0.5 m vom Auge nicht horizontal, sondern in gleicher Neigung mit der Standlinie zu halten ist.

Bei allen den letztangeführten Verfahren ist nebst den aus der verhältnismäßig geringen Lattenhöhe, beziehungsweise aus der nicht genauen Einhaltung der Entfernung von 0.5 m des Meßstabes vom Auge oder der nicht genau vertikalen Stellung desselben, entstehenden Fehlern auch die Veränderung des Augpuktes bei den Visuren zur Spitze und zum Fußpunkt des Baumes eine Fehlerquelle; es empfiehlt sich daher, die Entfernung vom Baume nicht zu klein zu wählen, um ohne wesentliche Aenderung in der Kopfstellung beide Visuren ausführen zu können.

Es sei hier endlich noch der Benützung eines rechtwinkligen, gleichschenkligen Dreieckes zur Messung der Baumhöhen gedacht, welches Verfahren jedoch nur in ebenem Terrain anwendbar und gleichfalls mit Fehlerquellen behaftet ist, daher dasselbe selbst gegenüber den letztangeführten einfacheren Verfahren kaum einen Vorzug verdient.

§ 17. Fortsetzung. Eine zweite Serie von Instrumenten zum Höhenmessen ist aus dem Dendrometer von Winkler hervorgegangen, daher wir dieses Instrument, wenn es auch durch bessere Konstruktionen bereits überholt ist, kurz berühren wollen. Es besteht aus einem rechteckigen Brettchen von etwa 16 cm Länge und 9 cm Breite, dessen oberer Rand entweder selbst zur Visur dient oder mit besonderen kleinen Visierdioptern versehen ist. Nahe dem oberen Rande gegen die rechte Seite des Brettchens ist ein Senkel aufgehängt. Durch den Aufhängepunkt a des Senkels (Figur 28) ist eine auf die Visierlinie senkrechte Linie, ferner sind in gleichen Entfernungen von jenem Punkte a eine Anzahl zur Visierlinie paralleler Linien gezogen, auf welchen allen die erstere Linie daher senkrecht steht. Diese parallelen Linien erhalten eine Teilung nach demselben Grundmaße, welches ihrer gegenseitigen Entfernung entspricht.

Fig. 28.

Visiert man von A aus auf die Spitze des Baumes B und denkt man sich die Horizontale $AD = A_1C = E$ (der horizontal gemessenen Distanz des Standpunktes vom Baume) gezogen, so bilden die Senkellinie ab und die Linie ad mit allen durch letztere gehenden zur Visierlinie parallelen Linien ähnliche Dreiecke mit dem Dreiecke ABD, denn es ist allgemein, weil die Seite ad senkrecht auf AB und die Seite ab senkrecht auf AD steht, der Winkel bei a gleich dem Winkel bei A, und, da beide Dreiecke rechtwinkelig, das Dreieck abd ähnlich dem Dreiecke ABD, und es gibt

daher, wenn die Anzahl der Teile von a bis d dem Maße der Horizontaldistanz AD entspricht, auch die Anzahl der Teile von d bis b direkt das Maß des Höhenstückes BD Werden also z. B. auf ad von a aus 6 Teile aufgetragen, die je 5 Metern wirklicher Distanz entsprechen sollen, und werden dieselben Teile auf den Parallellinien noch in je 5 kleinere Teile untergeteilt, so gelten die durch den 2., 3. etc. Teilpunkt durch ad gezogenen Linien für die Distanzen von 10, 15, 20, 25, 30 Meter, und die vom Senkelfaden auf der der jeweiligen Distanz entsprechenden Linie von ad aus abgeschnittenen kleineren Teile geben direkt die Höhe BD in Metern, wobei noch halbe oder selbst viertel Meter geschätzt werden können. Um den unteren Teil der Höhe CD zu messen, wird die Visur nach abwärts auf den Fußpunkt C gerichtet, und gibt der Senkelfaden nunmehr rechts von der Linie ad wieder direkt an der betreffenden Linie die Höhe dieses Stückes an, und es ist daher die Höhe selbst gleich der Summe der beiden Ablesungen.

Sollte die vom Standpunkte gezogene Horizontale AD unterhalb des Fußpunktes C fallen (Fig. 29), so ist die Baumhöhe H = BD = CD, und ist daher in diesem Falle die zweite Ablesung von der ersten abzuziehen.

Fig. 29.

Der dritte Fall, daß die Horizontale AD über die Spitze des Baumes fällt (Fig. 30), hat, da diese Stellung für die Messung sehr ungünstig wäre, für die Praxis wohl keine Bedeutung. Uebrigens sind die beiden letzteren Fälle dadurch charakterisiert, daß bei denselben beide Ablesungen auf dieselbe Seite der Teilung von der Linie ad aus (und zwar im zweiten Falle beide links, im dritten beide rechts) fallen, während sie im ersten Falle auf verschiedenen Seiten liegen, und es gilt daher für alle analogen Messungen die Regel, daß die Abmessungen zu addieren sind, wenn sie auf verschiedene, und zu subtrahieren, wenn sie auf die gleiche Seite der Teilung fallen.

Fig. 30.

Das Winklersche Dendrometer[1]) hat in seiner ursprünglichen Form die Nachteile, daß man bei dessen Benützung auf die Einhaltung bestimmter Distanzen des Standpunktes vom zu messenden Baume und bezüglich des als Maß dienenden Dreieckes auf die verhältnismäßig kleinen Dimensionen des Instrumentes beschränkt ist, daß man ferner, um eine sichere Ablesung des Senkelfadens zu erhalten, entweder einen Gehilfen benötigt, welcher diese Ablesung während des Visierens vornimmt, oder das Instrument auf einem Stativ (auch mittelst einer kleinen Baumschraube an einem anderen Baume, einem Stabe oder dgl.) befestigen muß.

Allen diesen Nachteilen begegnet die Konstruktion, welche Oberförster F a u s t - m a n n seinem S p i e g e l h y p s o m e t e r gegeben hat und welche aus Figur 31 ersichtlich ist. Der Aufhängepunkt des Senkels ist hier an einem Schieber angebracht, der sich in einer Nut bewegt und durch eine Feder in jeder Stellung festgehalten wird.

Die Entfernung des Aufhängepunktes des Senkels vom 0-Punkte der am Fuß des Brettchens angebrachten Höhenskala kann durch die zu beiden Seiten des Schiebers angebrachten Skalen (die Distanz-Skala) in Teilen von 1—100 (für Metermaß

1) Dasselbe wurde durch Professor F. G r o ß b a u e r in ein kleines Universal-Instrument umgestaltet. Siehe darüber die Schrift: F. Großbauer, Das Winkler'sche Taschen-Dendrometer neuester Konstruktion. Wien 1864.

etwa von 1—30) gemessen werden. Es kann demnach der Schieber auf jede beliebige Distanz eingestellt und kann ferner das der Messung zugrunde liegende Dreieck

Fig. 31.

(in welchem die Linie vom Aufhängepunkte des Senkels bis zum 0-Punkte der Höhenskala der Horizontaldistanz, das Stück der letzteren Skala vom 0-Punkte bis zum Senkelfaden der gemessenen Höhe und der Senkelfaden selbst der schiefen Entfernung bis zum anvisierten Höhenpunkte entspricht) durch Herausziehen des Schiebers (bei kleineren Distanzen auf ein vielfaches derselben) vergrößert werden [1]).

Ferner ist an dem Instrumente ein drehbarer Spiegel angebracht, in welchem die Stellung des Senkelfadens während der Visur beobachtet und die Ablesung der Höhe daher auch beim Gebrauche des Instrumentes aus freier Hand mit Sicherheit erfolgen kann. Damit man mit dem Instrumente richtig arbeite, muß die Visierlinie parallel zur Teilungslinie der Höhenskala sein und die durch den Aufhängepunkt des Senkels und den 0-Punkt der Höhenskala gehende Linie auf diesen beiden senkrecht stehen; ferner müssen die Teile der Distanz- und der Höhenskala gleich groß sein [2]).

Fig. 32.

In dem Höhenmesser von Weise ist dasselbe Prinzip der Messung, nur in anderer Form, ausgebildet. An Stelle des Brettchens mit den Diopteren tritt hier ein Visierrohr (Fig. 32), an welchem ein Stab (die Distanzskala), an dessen oberem Ende das Senkel befestigt ist, sich winkelrecht zur Visierlinie verschieben läßt. Seitlich am Visierrohr ist die Höhenskala parallel zur Visierlinie angebracht,

1) Die Messung wird selbstverständlich um so ungenauer, je kleiner das messende Dreieck abd am Instrumente gegenüber dem zu messenden Dreiecke ABD (Fig. 28) ist; es soll daher die Einstellung auf kleine Distanzen ganz vermieden und stets ein möglichst großes Dreieck gebildet werden. Hat man z. B. eine Distanz von 20 oder 25 m gemessen, so stellt man am besten die Skala auf 100 und hat dann die gefundene Höhe durch 5 bezw. 4 zu dividieren. Man erhält die Höhe in diesem Falle auch 5-, beziehungsweise 4mal so genau, als wenn man auf 20 oder 25 eingestellt hätte.

2) Das Faustmannsche Spiegelhypsometer ist auch für Nivellierungsarbeiten sehr gut verwendbar; wird der Schieber dabei auf 100 eingestellt, so gibt die Ablesung der Höhenskala direkt die Gefällsprozente.

an welcher sich das Senkel bewegt. Um die Einstellung des Senkels zu fixieren, ist die Höhenskala mit kleinen Kerben versehen und statt des Senkelfadens ein dreikantiges Stäbchen genommen, welches sich in die Kerben einlegt. Die Höhen können, da die Kerben je einem halben Meter entsprechen, nur auf diese Genauigkeit gemessen werden; auch sind größere Fehler durch unrichtiges Eingreifen des Stäbchens wohl nicht ausgeschlossen; dagegen scheint uns die Anwendung des Visierrohres ein Vorzug zu sein.

§ 18. Trigonometrisches Höhenmessen. Werden von irgend einem Punkte A aus die Elevations- und beziehungsweise Depressionswinkel α_1 und α_2 der Visuren an den Scheitel B und den Fußpunkt C eines Baumes, sowie die horizontale Entfernung AD des Standpunktes von der Stammitte gemessen, so ist für alle drei in Figur 33 skizzierten Fälle $BD = AD \tang \alpha_1$, $CD = AD \tang \alpha_2$ und speziell:

Fig. 33.

im Falle 1. $H_1 = BD + CD = AD\ (\tang \alpha_1 + \tang \alpha_2)$
im Falle 2. $H_2 = BD - CD = AD\ (\tang \alpha_1 - \tang \alpha_2)$
im Falle 3. $H_3 = CD - BD = AD\ (\tang \alpha_2 - \tang \alpha_1)$

Diese Messung kann mit jedem Instrumente, das mit einem Höhenkreise ausgestattet ist, ausgeführt werden. Auch hier kann an Stelle der direkten Distanzmessung die Messung der beiden Winkel β_1 β_2 an die Zielscheiben einer Latte treten, welche neben dem Stamme aufgestellt wird, indem man aus diesen Winkeln und dem bekannten Abstande a der Zielscheiben die Distanz $AD = \frac{a}{\tang \beta_1 + \tang \beta_2}$ berechnet; doch dürfte sich diese Messung und Berechnung meist umständlicher und zeitraubender gestalten, als die direkte Messung der meist nur 20—30 Meter betragenden Distanz, und wäre auch für diese Berechnung eine sehr genaue Ablesung der kleinen Winkel β_1 und β_2 oder die Messung derselben mittelst einer Mikrometerschraube erforderlich.

Die umständliche logarithmische Berechnung der vorstehenden Formeln kann zwar durch Tabellen vereinfacht werden, welche das Produkt bestimmter Längen mit den Tangenten der Neigungswinkel angeben, doch zieht es die Praxis vor, die Resultate möglichst direkt oder durch ganz einfache Rechnung zu erhalten, was durch eine Tangententeilung des Gradbogens ermöglicht wird. daher auch verschiedene Höhenmesser eine solche Tangententeilung benützen.

Das einfachste Instrument dieser Art und wohl auch eines der einfachsten und verwendbarsten Instrumente für die Höhenmessung überhaupt ist der Preßlersche Meßknecht. Es ist dies eine Tafel von fester Pappe, welche sich durch Einschnitte der Kanten in eine Würfelecke zusammenlegen läßt (Figur 34). Die obere Seite des so zusammengelegten Instrumentes enthält an dem abgerundeten Rande eine Winkelteilung, dann die Werte der Sinuse, der Bogen und Segmente für die betreffenden

Winkel und kann mit Verwendung eines kleinen Diopters zu kleinen geodätischen Arbeiten verwendet werden; die Vertikalseite enthält am Rande gleichfalls die Winkelteilung, dann die Werte der Tangenten, der Kosinuse und Sekanten für den Radius = 100. Im Mittelpunkte des Teilkreises ist ein Senkel aufgehängt, welches zur Ablesung der Winkel oder ihrer Funktionen und zugleich dazu dient, die vertikale Stellung dieser Seite des Instrumentes zu kontrollieren. Die Visur erfolgt über die obere Kante des Instrumentes oder für genauere Messungen mittelst eigener Visierstifte. Außerdem enthält der Meßknecht auf der Rückseite eine vollständige Logarithmentafel [1]).

Fig. 34.

Für den Gebrauch des Instrumentes zur Höhenmessung wird dasselbe mit ausgestrecktem linkem Arme so gehalten, daß die Pendelwand vertikal steht und die Ecke vom Beobachter abgewendet ist; man visiert nun über die obere Karte auf den zu messenden Höhenpunkt und beobachtet gleichzeitig das Pendel, welches knapp an der Seite des Instrumentes sich ruhig bewegen soll. Ist das Pendel zur Ruhe gekommen, so wird dessen Stellung durch langsames und vorsichtiges Wenden des Meßknechtes fixiert und der Tangentenwert (an der unmittelbar am Rande befindlichen Teilung) abgelesen. Zur Sicherung gegen ein etwaiges Verschieben des Pendels ist es geraten, jede Visur und Ablesung 2—3mal zu wiederholen. Da die Tangentenwerte für den Radius = 100 gelten, so erhält man die Baumhöhe, wenn man die Summe (eventuell die Differenz) der beiden Ablesungen bei der Visur an die Spitze und an den Fußpunkt mit der Entfernung des Standpunktes vom Baume multipliziert und das Resultat durch 100 dividiert.

Ein anderes Instrument zur trigonometrischen Höhenmessung ist das Abney-sche Spiegel-Diopter, welches der Mechaniker F. Sartorius in Göttingen verfertigt. Es ist dies ein Visierrohr, mit welchem ein Gradbogen mit Tangententeilung fest verbunden ist; ober dem Rohre ist eine Libelle mit der Luftblase nach abwärts angebracht und mit dieser ein Zeiger in senkrechter Stellung zur Libellenachse verbunden, welcher den Indexstrich, beziehungsweise den Nonius, für die Tangententeilung trägt. Libelle und Zeiger sind um die Mittelachse des Gradbogens drehbar. Das Visierrohr ist oben, der Libelle gegenüber, durchbrochen und enthält an dieser Stelle einen kleinen unter 45° geneigten Spiegel, welcher es ermöglicht, gleichzeitig mit der Visur von der Okularöffnung aus auch den Stand der Libelle zu beobachten. Während der Visur (aus freier Hand oder unter Anwendung eines leichten Stativs) wird nun mittelst eines Knopfes die Libelle und damit auch der Zeiger so lange gedreht, bis die Luftblase der ersteren einspielt; in diesem Falle bildet der Zeiger mit der Mittellinie des Gradbogens einen Winkel, welcher dem Neigungswinkel der Visur gleich ist (da, wie aus Figur 35 hervorgeht, die beiden Schenkel dieser Winkel auf einander senkrecht stehen), und wird daher an der Teilung der dem letztern entsprechende Wert der Tangente abgelesen.

Fig. 35.

Im übrigen ist der Vorgang der gleiche wie im vorigen Falle.

Ein Vorzug dieses Instrumentes ist es, daß dasselbe unter allen Umständen

1) Eine ausführliche Anweisung für den Gebrauch dieses Instrumentes mit oder ohne Stativ und sonstige Behelfe gibt Presslers Forstliches Meßknechts-Praktikum.

ein sicheres Einstellen und Ablesen der Visur ermöglicht, während bei allen anderen bisher von uns beschriebenen Instrumenten, die aus freier Hand benutzt werden können, die Ablesestelle durch einen Senkelfaden bezeichnet wird, dessen Einstellung eine ruhige Hand erfordert und bei stark bewegter Luft überhaupt unsicher wird. Auch sei noch die sehr sorgfältige Ausführung dieses Instrumentes gegenüber dem Preßlerschen Meßknechte hervorgehoben.

Als ein Versuch, das Prinzip des Hadleyschen Spiegelsextanten für die Baumhöhenmessung anzuwenden, sei unter den zahlreichen sonstigen für diesen Zweck verwendbaren Instrumenten [1]) noch Pfisters Höhenspiegel erwähnt, bei welchem Instrumente ein fixer und ein diesem gegenübergestellter drehbarer Spiegel gestatten, den Fußpunkt des Baumes (bei freier Visur) und dessen Spitze (im reflektierten Bilde) zugleich ins Auge zu fassen, wobei ein mit dem drehbaren Spiegel verbundener Zeiger die direkte Ablesung der dem jeweiligen Drehungswinkel bei einer bestimmten Entfernung (E = 20 m) entsprechenden Baumhöhe ermöglicht. Die Notwendigkeit einer streng horizontalen Visur auf den Fußpunkt des Baumes und sonstige Fehlerquellen beheben jedoch hier den Vorteil der direkten und einfachen Höhenmessung [2]).

§ 19. Instrumente zur indirekten Messung der Durchmesser. Die Aufgabe, obere Durchmesser der Baumstämme mit hinreichender Genauigkeit mittelbar zu messen, ist ungleich schwieriger zu lösen, als dies bezüglich der Baumhöhen der Fall ist. Es sollen hier an sich kleine Dimensionen mit verhältnismäßig größerer Genauigkeit, also auf einen möglichst geringen Betrag der absoluten Fehlergröße gemessen werden, was schon deshalb mit ganz einfachen Instrumenten und speziell ohne Anwendung eines Fernrohres kaum zu erreichen sein wird, weil die oberen Stammdurchmesser infolge ihrer dunklen Färbung, der rauhen Borke etc. bei der geringen Beleuchtung im geschlossenen Bestande in der Regel nicht scharf genug ins Auge gefaßt werden können, und weil die bei einfachen Instrumenten unvermeidlichen Fehler der Einstellung und Ablesung allein schon der geringen zu messenden Größe gegenüber ein unzulässiges Fehlerprozent ergeben können.

Von den vorbeschriebenen Instrumenten sind die Dendrometer von Winkler und Sanlaville mit einer Vorrichtung zur indirekten Messung der Baumstärken verbunden, welche in beiden Fällen, ebenso wie die Höhenmessung, auf der Bildung ähnlicher Dreiecke, beziehungsweise auf der Proportion beruht, daß der wirkliche Durchmesser zu dem am Instrumente gemessenen scheinbaren Durchmesser sich ebenso verhält wie die zu messende Entfernung des Beobachters vom Stamme zu der bekannten Entfernung der betreffenden Diopter am Instrumente.

Fig. 36.

Speziell bei Sanlavilles Dendrometer gibt, wenn Ac (Fig. 36) auf das Maß der Distanz AC entweder durch Messung der letzteren oder mittelst des Normalmaßes CD eingestellt ist, auch der mittelst eines Diopters eingestellte scheinbare Durchmesser mn das Maß des wirklichen Durchmessers MN, denn aus der Aehnlichkeit der Dreiecke ADC und Adc, AMC und Amc, dann AMN und Amn geht hervor: $MN : mn = AC : Ac = CD : cd$. Das Diopter für die Stärke-

1) Eine Beschreibung aller wichtigeren, für die Baumhöhenmessung in Betracht kommenden Instrumente ist in Dr. Müllers Lehrbuch der Holzmeßkunde II. Tl. enthalten.

2) Ueber die Anwendung und Leistung der verschiedenen Höhenmesser vergl. auch des Verfassers Abhandlung „Ueber Baumhöhenmessungen" in der Oest. Viertelj. f. Forstwesen 1911, II. Heft.

messung ist an der am Vertikalstabe verschiebbaren Hülse (vide § 16) angebracht und besteht aus zwei Stahlspitzen, deren eine fix, die andere seitlich verschiebbar ist, und zwischen welche der zu messende Durchmesser scharf eingefaßt werden soll. Das Maß der hiezu nötigen Entfernung der beiden Spitzen wird an einem kleinen Maßstabe mittelst Nonius gemessen. Nach unserer Annahme, daß 1 cm der Teilung in der Regel je 1 Meter entsprechen soll, würde jeder Millimeter dieses kleinen Maßstabes 0,1 Meter des Durchmessers, entsprechen und müßte der Nonius 0,1 Millimeter angeben, um den Durchmesser auf ganze Zentimeter zu erhalten. Für die Stärkemessung würde es aber angezeigt sein, die Schiene Ac auf das 2—3fache der Distanz einzustellen, also auch den Durchmesser in 2—3facher Größe zu messen.

Die Genauigkeit der Nonius-Ablesung ist übrigens für die Messung nur eine scheinbare, da die Unsicherheit der Einstellung der Visur bedeutend größere Fehler verursacht. Nach der von uns angenommenen Einstellung des Instrumentes = 1 : 100 wird auch ein Fehler der Dioptereinstellung von nur 0,1 Millimeter bereits einen Fehler von 1 Zentimeter im Durchmesser geben.

Im allgemeinen ist, wenn die Größe des Einstellungsfehlers = d, die Entfernung der Diopter vom Okular = e und die (schiefe) Entfernung des zu messenden Durchmessers vom Augpunkte = E, der Fehler in der Durchmessermessung $\varphi = \frac{E}{e} d$.

In ähnlicher Weise wie bei dem Sanlavilleschen Dendrometer erfolgt die Durchmessermessung auch bei dem Winklerschen und mehreren anderen Dendrometern ohne Fernrohr; nur ist die Messung bei dem Winklerschen Instrumente noch ungenauer wegen der geringen und nicht vergrößerbaren Entfernung des Diopters vom Augpunkte und der zu groben Visiermittel, wodurch allein eine Unsicherheit der Messung von mindestens 2 cm veranlaßt wird.

Auch mit dem Höhenmesser von Klein können unter Anwendung des Doppelspiegels obere Durchmesser gemessen werden, doch liegen Erprobungen des Instrumentes in dieser Richtung noch nicht vor.

Alle sonstigen neueren Instrumente, welche zur indirekten Messung von Baumdurchmessern dienen, sind zum Zwecke schärferer Einstellung und Messung mit Fernrohren versehen. Die erste solche Konstruktion ist die des Breymannschen Universalinstrumentes. Professor Breymann benützte zur Messung von Durchmessern das Prinzip der Messung kleiner Winkel, beziehungsweise ihrer Tangentenwerte, mittelst der Mikrometerschraube. Das Fernrohr (A Fig. 37) dieses mit einem Horizontal- und Höhenkreis zur Winkelmessung versehenen Instrumentes ist in der Horizontalebene mittelst einer Mikrometerschraube seitlich nach rechts und links von der Normalstellung um einen kleinen Winkel verstellbar, so daß die Enden des zu messenden Durchmessers oder auch die Zielscheiben einer horizontal gehaltenen Distanzlatte mit dem Vertikalfaden des Fernrohres eingestellt werden können, wobei die hiezu erforderliche seitliche Bewegung an einer Skala (i) und durch die mit der Mikrometerschraube verbundene Trommel (t) genau gemessen werden kann. Das Instrument kann demnach zugleich zur optischen Distanzmessung dienen. Für diese haben wir schon früher (§ 18) den Ausdruck erhalten: $AD = E = \frac{a}{tg\,\beta_1 + tg\,\beta_2}$, aus welchen sich nunmehr, da die Tangentenwerte durch die Mikrometerbewegung gemessen werden und dabei eine Konstante (k) des Instrumentes in Rechnung kommt, der Ausdruck $E = \frac{a\,k}{l - r}$ ergibt, wenn mit l und

Fig. 37.

r die Ablesungen an der Mikrometerskala bei der Einstellung auf die linke und rechte Zielscheibe der Distanzlatte bezeichnet werden (dabei vorausgesetzt, daß die letztere in die Horizontalvisur eingestellt wurde). Für die Messung eines in der Horizontalvisur gelegenen Durchmessers ergibt sich umgekehrt, wenn die betreffenden Ablesungen an der Mikrometerskala mit λ und ρ bezeichnet werden, $D = \frac{E(\lambda - \rho)}{k}$ und bei höher gelegenen Durchmessern mit Berücksichtigung des Neigungswinkels (φ) der Visur auf denselben $D = \frac{E(\lambda - \rho)}{k \cos \varphi}$ oder unter Einsetzung des obigen Wertes für E, $D = \frac{\lambda - \rho}{l - r} \cdot \frac{a}{\cos \varphi}$, welche Berechnung Breymann durch speziell dafür aufgestellte Tafeln wesentlich erleichtert hat.

Das Breymannsche Universalinstrument hat trotz der genauen Resultate, die damit erzielt werden können, in die Praxis keinen Eingang gefunden, einerseits des hohen Preises und anderseits der Umständlichkeit des Verfahrens und der Berechnung wegen. Auch besteht bei diesem, sowie bei allen ähnlichen Instrumenten, bei welchen die beiden Enden des Durchmessers nicht gleichzeitig, sondern nacheinander anvisiert werden, die Gefahr, daß bei seitlicher Bewegung der oberen Stammpartie, wie solche selbst bei geringer Luftströmung stattfindet, sich bedeutende Messungsfehler ergeben können.

Von den neueren derartigen Instrumenten, die meist als „Dendrometer“ oder „Baummesser“ bezeichnet werden, seien hier jene von Hofrat Friedrich (Mariabrunn), Mechaniker Starke (Wien), Prof. Dr. Wimmenauer (Gießen) und das vom Verfasser selbst angegebene kurz in Betracht gezogen [1]).

Der Friedrichsche Baumstärkenmesser beruht auf seitlicher Parallelverschiebung des Fernrohres längs eines Metallzylinders, wodurch das Maß des zu messenden Durchmessers direkt auf diesen Zylinder übertragen wird und an der auf diesem angebrachten Millimeterteilung genau abgelesen werden kann. Die Höhenmessung erfolgt bei diesem Instrumente nach dem Prinzipe des Hoßfeldschen Höhenmessers, doch ist hier die Höhenskala in vertikaler Richtung verschiebbar, so daß der Nullpunkt derselben auf den Fußpunkt des Baumes und dann das Fernrohr ohne weitere Rechnung auf jede beliebige Höhe eingestellt werden kann.

Starke benützt für die Messung der Baumdurchmesser ein Mikrometer-Fernrohr, in dessen Bildebene zwei einander horizontal gegenüberliegende Spitzen sichtbar sind, von welchen die eine fix, die andere mittelst einer Mikrometerschraube verstellbar ist. Diese letztere Spitze wird durch Drehung der Schraube so lange verstellt, bis der zu messende Durchmesser genau zwischen die beiden Spitzen eingefaßt ist. Die Zahl der Umdrehungen wird dabei, wie gewöhnlich, an einer Skala und der Trommel des Mikrometers abgelesen und gibt unter Berücksichtigung der Entfernung des Baumes vom Instrumente und der bekannten Konstanten des letzteren ein Maß zur Berechnung des Durchmessers nach der einfachen Formel $d = n\,k\,(E - c)$, worin n die Zahl der Umdrehungen, E die Entfernung des Baumes vom Instrumente, k und c Konstante des Instrumentes bedeuten. Die Höhenmessung erfolgt bei diesem Instrumente in ähnlicher Weise wie bei dem Friedrichschen.

Der Baummesser von Wimmenauer hat die Gestalt des Weiseschen Höhenmessers; nur ist hier an Stelle des Visierrohres ein Fernrohr verwendet, bei welchem, ähnlich wie beim Starkeschen Dendrometer, zwei durch Mikrometerschrau-

---

1) Näheres über diese Instrumente siehe C. f. d. g. F. 1895 Seite 335, Oc. V. f. F. 1896 Seite 242 A. F.- u. J.-Z. 1898, Aprilheft und in Dr. Müllers Lehrbuch der Holzmeßkunde II. Tl.

ben verstellbare Stifte zur Einstellung des zu messenden Durchmessers dienen und die Ablesung der in diesem Falle beiderseitigen Umdrehungen ein Maß für den Durchmesser gibt. Durch eine kleine Tafel, welche für die jeweilige schiefe Entfernung des zu messenden Durchmessers vom Instrumente den Faktor angibt, mit dem die Summe der Ablesungen an den Mikrometern zu multiplizieren ist, um den Durchmesser zu erhalten, wird diese Berechnung erleichtert. Zur Bestimmung dieser schiefen Entfernung dient eine an dem als Senkel dienenden Metallstabe angebrachte, der Distanz- und Höhenskala entsprechende Teilung, an welcher E_s sofort abgelesen werden kann, wenn die Distanzskala auf die gemessene Horizontalentfernung eingestellt ist. Das Instrument wird für die Benützung an einem leichten Stativ befestigt [1]).

In dem Fernrohre des nach Angabe des Verfassers von Mechaniker E. Schneider in Wien verfertigten Dendrometers ist in der Bildebene ein auf Glas eingeritzter, mikroskopischer Maßstab angebracht, dessen Teilung so ausgeführt ist, daß bei einer Entfernung des Instrumentes von dem zu messenden Objekte von 20 m der Abstand zweier Teilstriche je 1 cm (oder bei 10 m Entfernung je ½ cm) entspricht, so daß bei den genannten Entfernungen die Durchmesser direkt, wie an einem gewöhnlichen Maßstabe, abgelesen werden können. Für irgend eine andere Entfernung E ist diese Ablesung mit $\frac{E}{20}$ zu multiplizieren. Mit dem Fernrohre ist ein voller Höhenkreis verbunden, welcher im oberen Drittel mit einer Gradeinteilung bis zu je 60°, im unteren Drittel mit einer diesem entsprechenden Sekantenteilung, rechts und links mit Tangententeilungen für die Elevations- und Depressionswinkel versehen ist.

Die Höhenmessung und Einstellung auf bestimmte Höhen erfolgt also hier auf Grund der abgelesenen oder im letzteren Falle der nach $\operatorname{tg} a' = \frac{(h' - h_u)}{E} 100$ berechneten Tangentenwerte, wobei in letzterer Formel h' die Höhe, auf welche eingestellt werden soll, h_u die Höhe vom Fußpunkte des Baumes bis zur Horizontalvisur, E die horizontal gemessene Entfernung bedeutet. Die Sekantenteilung dient zur Ermittlung der schiefen Entfernung. E_s aus der gemessenen Horizontalentfernung E nach $E_s = E \sec \alpha$, und bei Aufstellung des Instrumentes in 20 oder 10 m Entfernung vom Baume zur direkten Bestimmung des richtigen Durchmessers (D) aus dem an der Mikrometerteilung abgelesenen scheinbaren Durchmesser D′ nach $D = D' \sec \alpha$. Es ist also die Korrektur des abgelesenen Durchmessers einfach nach dem Prozentsatze des für $r = 100$ angegebenen Sekantenwertes vorzunehmen.

Dieses Instrument gibt zwar zufolge des dabei angewendeten Prinzipes der trigonometrischen Messung die Höhen und Durchmesser nicht direkt, doch sind dieselben bei Anwendung einer Entfernung von 10, 20 oder 25 m zumeist durch eine einfache Kopfrechnung bestimmbar.

Hofrat Schiffel hat im Zentralbl. f. d. g. Forstwesen 1909 unter dem Titel: „Die Waldbussole als Dendrometer", ein Verfahren bekannt gegeben, um obere Durchmesser mittelst eines Theodoliten oder auch einer Waldbussole sowohl nach einer trigonometrischen als nach einer geometrischen Methode mit verhältnismäßig großer Genauigkeit zu messen. Der Beschreibung und mathematischen Begründung des Verfahrens, welches auf der Benützung der Mikrometerschraube für die Horizontalbewegung des Fernrohrs beruht, sind auch Hilfstafeln beigegeben, welche die Berechnung der Baumhöhen, der schiefen Entfernungen und der Durchmesser wesentlich erleichtern.

---

1) Dieses Instrument ist zu dem verhältnismäßig billigen Preise von 75 Mark von Mechaniker Spörhase in Gießen zu beziehen.

§ 20. Schlußbemerkungen über die indirekte Höhen- und Durchmessermessung. Hinsichtlich der für die Höhenmessung zu wählenden Distanz gilt allgemein die Regel, daß dieselbe der zu messenden Höhe annähernd gleich sein soll, weil die Fehler in der gemessenen Höhe am geringsten werden, wenn die beiden spitzen Winkel des zu messenden rechtwinkeligen Dreieckes einander gleich, also auch die Seiten desselben gleich sind.

Insbesondere sind zu kurze Distanzen zu vermeiden, weil bei steilen Visuren (bei einem Neigungswinkel über 55°) schon geringe Differenzen des Winkels, beziehungsweise Fehler in der Visur, bereits beträchtliche Fehler im Höhenmaße ergeben. Der Standpunkt ist ferner stets so zu wählen, daß man den Gipfel des Baumes deutlich sieht und insbesondere ist bei Laubhölzern mit abgerundeter Krone darauf zu sehen, daß die Visur wirklich an den Scheitelpunkt des Stammes und nicht tangential an die Krone oder auf einen vorspringenden, oft höher erscheinenden Ast geführt wird, in welchen Fällen man die Höhe stets zu groß erhalten würde. Bei geneigtem Terrain ist der Standpunkt stets oberhalb des Stammes zu nehmen, weil man dann die Gipfel leichter übersieht und bei kürzerer Basis eine gute Messung erhält; auch sind, wenn zugleich ein oberer Durchmesser oder der Richtpunkt gemessen werden soll, diesee von einem erhöhten Standpunkt aus leichter zu beurteilen und zu messen.

Für die Durchmessermessung ist es dagegen vorteilhafter, möglichst kurze Distanzen zu wählen (nicht weiter, als daß man die betreffende Stammpartie noch deutlich erblicken kann), da hier der Fehler mit der Entfernung des Beobachters wächst. Es wird sich häufig als zweckmäßig erweisen, für die Höhenmessung eine Basis von 20—30 Meter, für die Messung eines oberen Durchmessers aber eine solche von 10—15 Meter zu nehmen.

Bei Anwendung von Instrumenten, bei welchen die Basis in Rechnung kommt, (Preßlers Meßknecht, Spiegeldiopter u. dgl.) wählt man, um die Rechnung zu vereinfachen, gerne eine runde Zahl von Metern (20, 25, 30 etc.) als Standlinie, die man daher in diesem Falle vor der Aufstellung vom Stamme aus mißt. Die Entfernung vom Standpunkte zum Stamm ist stets horizontal und bis zur Stammitte zu messen.

Bei der Messung stehender Bäume können folgende Aufgaben mittelst eines Instrumentes auszuführen sein:

1. Die Messung der Gesamt- oder einer beliebigen Höhe;
2. Das Aufsuchen bestimmter Höhen oder die Zerlegung des Schaftes in eine Anzahl gleicher Teile;
3. Das Messen von Durchmessern an beliebiger Stelle;
4. Das Aufsuchen bestimmter Durchmesser am Stamme.

Ein vollständiges Dendrometer soll daher die Ausführung aller dieser Messungen in einfacher und leichter Weise gestatten; die Genauigkeit soll hiebei bei der Höhenmessung je nach Umständen auf 0.1 bis 0.5 Meter, bei der Durchmessermessung mindestens auf 1 cm gesichert sein.

ad 1. Diese Aufgabe wird von den meisten der von uns aufgeführten Instrumente in einfacher und hinreichend genauer Weise gelöst — viele Instrumente stellen sich überhaupt nur diese Aufgabe. Eine direkte Ablesung der Gesamthöhe geben das Dendrometer von Sanlaville, der Höhenmesser von Klein und Pfisters Höhenspiegel; durch einfache Rechnung erhält man sie bei den Höhenmessern von Faustmann und Weise, bei Preßlers Meßknecht und dem Spiegel-Diopter; eine logarithmische Berechnung oder spezielle Tafeln erfordern das Breymannsche Universalinstrument und sonstige gewöhnliche Winkelinstrumente. Da es stets erwünscht ist, die Resultate ohne größere Rechnung oder besondere Tafeln zu erhalten, so ist

für Baumhöhenmesser stets die Tangententeilung der Gradteilung vorzuziehen.

Hinsichtlich der Dimensionen jener Instrumente, welche die Höhe geometrisch messen, verhalten sich jene von Sanlaville, Klein und Hoßfeld am günstigsten, das Winklersche dagegen am ungünstigsten.

Für eine Entfernung E = 20 Meter ist e (die der Distanz entsprechende Seite des Dreieckes am Instrumente) bei Sanlaville 20—25 cm, bei Faustmann (bei Stellung auf 100) 12½ cm, bei Weise (Stellung auf 40) 10 cm, bei Winkler nur 4—5 cm. In demselben Maße, als diese Dimension am Instrumente kleiner wird, nimmt auch die Leichtigkeit und Genauigkeit der Ablesung ab. Es ist dabe nicht zu übersehen daß die beiden Instrumente von Sanlaville und Hoßfeld eines Stativcs bedürfen, während die übrigen aus freier Hand gebraucht werden können.

ad 2. Das Aufsuchen bestimmter Höhen kommt in Anwendung, wenn die Durchmesser an bestimmten Stellen, z. B. bei $1/_3$, $1/_2$ usw. der Gesamthöhe zu messen sind, dann auch bei der Auswahl von Stämmen, welche bestimmten Dimensionen entsprechen sollen.

Am einfachsten und leichtesten erfolgt dies mit dem Sanlavilleschen und dem Friedrichschen Dendrometer, mit ganz kurzer Rechnung aus freier Hand bei Faustmanns Spiegelhypsometer und dem Spiegeldiopter, unter Anwendung eines Stativs beim Meßknecht und Weises Höhenmesser, dann bei den Baummessern von Wimmenauer und v. Guttenberg; am umständlichsten (durch vorherige Berechnung der betreffenden Neigungswinkel) bei Instrumenten mit gewöhnlichem Höhenkreise (Breymanns Universalinstrument).

ad 3 und 4. Die Messung von Durchmessern in beliebiger Höhe und das Aufsuchen bestimmter Durchmesser am Stamme kann, wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, nur mit Fernrohrinstrumenten in hinreichend genauer Weise bewerkstelligt und kann die erstere Aufgabe mit allen den oben genannten Instrumenten in befriedigender Weise gelöst werden [1]. Für das Aufsuchen bestimmter Durchmesser am Stamme sind die Baummesser von Starke, Wimmenauer und v. Guttenberg geeignet, allerdings nur nach vorherigem Abschätzen der betreffenden Stelle, um aus dem gemessenen Neigungswinkel, beziehungsweise der abgelesenen schiefen Entfernung oder Sekantenwerte, die Größe des am Instrumente einzustellenden, dem ersteren entsprechenden scheinbaren Durchmessers zu bestimmen.

Alle vier bezeichneten Aufgaben eines vollständigen Baummessers sind in einfachster Weise und direkt mit dem Dendrometer von Sanlaville lösbar; aber hinsichtlich der Durchmessermessung nicht mit genügender Genauigkeit und für die Höhenmessung gegenüber den aus freier Hand zu benützenden Höhenmessern von Faustmann und Weise, dem Meßknecht und dem Spiegeldiopter umständlicher wegen des dabei erforderlichen Stativs. Mit den genannten Instrumenten mit Fernrohren können gleichfalls alle vier Aufgaben, jedoch zumeist nur indirekt und mit Zuhilfenahme kleiner Rechnungen oder Tafeln, zum Teile (wie beim Friedrichschen bezüglich des Aufsuchens eines bestimmten Durchmessers) nur versuchsweise gelöst werden. Für eine genauere Ausführung der Aufgaben 2., 3. und 4. werden stets nur Instrumente mit Stativ zu verwenden sein.

B. Methoden zur Massenbestimmung stehender Bäume.

§ 21. O k u l a r s c h ä t z u n g. Die bloße Schätzung der Holzmasse stehender Bäume nach dem Augenmaße erfordert unter allen Umständen eine nur durch vielfache Uebung und scharfe Beobachtung zu erlangende Geschicklichkeit in der Be-

---

1) Bei einer durch Hofrat Schiffel (Marienbrunn) ausgeführten Prüfung der genannten Instrumente ergaben nebst dem Dendrometer von Friedrich auch jene von Starke und v. Guttenberg sehr gute, aber auch noch der Baummesser von Wimmenauer ganz befriedigende Resultate.

urteilung und im Anschätzen der für den Inhalt maßgebenden Dimensionen; sie kann entweder durch direktes Anschätzen der Masse nach Festmeter oder Raummeter, oder indirekt durch das Anschätzen der die Masse bestimmenden Faktoren (Höhe, Durchmesser, Formzahl) erfolgen. Die erstere Methode erfordert eine reiche Erfahrung über das wirkliche Ergebnis der Messung oder Aufarbeitung einzelner Bäume, welche Erfahrung in der Regel nur den direkt damit beschäftigten Personen (Holzarbeitern, Förstern etc.) in ausreichendem Maße zur Verfügung steht, und andererseits auch nur unter den gewohnten oder ähnlichen Bestandesverhältnissen einige Sicherheit im Anschätzen gewährt, während beim Uebergang in eine andere Holzart oder andere Wachstumsverhältnisse bedeutende Fehler eintreten können. Die zweite Methode ist nur eine rohe Ausführung des im folgenden zu schildernden Verfahrens der Massenbestimmung nach Formzahlen, indem dabei an Stelle des Messens der maßgebenden Dimensionen, deren Schätzung nach dem Augenmaße tritt. Für den Taxator wird diese zweite Methode in der Regel gegenüber der ersteren vorzuziehen sein, da das Anschätzen der Faktoren immer noch bessere Resultate gibt als die summarische Einschätzung, und die dafür nötige Uebung und Gewandtheit in der Schätzung von Höhen und Stärken (eventuell auch Formzahlen) auch sonst für den Forstwirt immerhin von Wert ist. Aus den schätzungsweise erhobenen Dimensionen wird die Masse des Baumes selbst entweder direkt beurteilt oder mit Hilfe von Tafeln (Walzentafeln), wie solche gegenwärtig in jedem Forstkalender enthalten sind, bestimmt.

Von der Okularschätzung wurde früher sehr ausgedehnter Gebrauch gemacht und galt eine entsprechende Gewandtheit darin als erstes Erfordernis eines guten Taxators. Heute setzen die zur Verfügung stehenden Hilfsmittel uns in die Lage, an Stelle der bloßen Schätzung lieber ein einfaches, aber doch möglichst sicheres Messen treten zu lassen. Jede Schätzung ist von individueller Anlage und Auffassung abhängig und einer Kontrolle unzugänglich; die Resultate derselben bleiben stets unsicher und sind größere Fehler selbst bei guten Taxatoren nicht ausgeschlossen, wenn es sich um ungewöhnliche Bestandesverhältnisse oder um abnorme Stammformen handelt, für welche der gewöhnliche Vergleichsmaßstab fehlt.

§ 22. Stammkubierung nach Massentafeln. Um die Inhaltsbestimmung stehender Bäume gegenüber der bloßen Okularschätzung sicherer zu gestalten, lag es nahe die Inhalte einer größeren Anzahl von Bäumen verschiedener Holzart, Höhe und Grundstärke durch genaue Messung zu ermitteln, daraus Mittelwerte für je gleiche Höhe und Grundstärke zu berechnen und diese Mittelwerte nach entsprechender Ausgleichung übersichtlich zusammenzustellen.

Auf solche Weise zusammengestellte Tafeln über den erfahrungsmäßigen durchschnittlichen Inhalt einzelner Stämme von bestimmter Höhe und Grundstärke nennen wir Massentafeln. Schon aus diesem Prinzipe ihrer Zusammenstellung aus Mittelwerten einer großen Zahl von Einzelerhebungen geht hervor, daß dieselben mehr für die Massenschätzung ganzer Bestände, also wieder einer größeren Zahl von Stämmen, als für die Kubierung einzelner Stämme geeignet sind; da eine größere Zahl von Stämmen wohl diesem Mittelwert wieder ziemlich nahe kommen wird, die einzelnen Stämme für sich aber von demselben beträchtlich differieren können.

Die Anwendung solcher Tafeln wird namentlich für letzteren Zweck um so unsicherer sein, je ungleichartigeres Material in den einzelnen Mittelwerten zusammengefaßt ist, und es müssen somit die Erhebungen sowie die Ansätze der Tafeln selbst nach allen auf die Formausbildung der Stämme wesentlich Einfluß nehmenden

Voraussetzungen, also nach Holzart, nach Altersstufen, nach besonderen Wachstumsverhältnissen oder Betriebsformen (z. B. Mittelwald-Oberhölzer gegenüber den Stämmen des Hochwaldbetriebes) geschieden werden.

Auch sind bestimmte Angaben darüber erforderlich, ob, oder inwieweit auch das Astholz in die Holzmasse mit einbezogen wurde (das Stockholz wird stets außer Betracht gelassen), in welcher Höhe die Grundstärken gemessen wurden und welche Abhiebshöhe (Stockhöhe) bei der Aufarbeitung und Messung der Stämme eingehalten worden ist, da die Inhaltsangaben der Tafel eben nur wieder für die gleiche Messungsweise Geltung haben.

Die ältesten, auf einem ausreichenden Untersuchungsmateriale beruhenden derartigen Tafeln sind die bayerischen Massentafeln, welche von der kgl. bayerischen Staatsforstverwaltung im Jahre 1846 unter dem Titel „Massentafeln zur Bestimmung des Inhaltes der vorzüglichsten deutschen Waldbäume“ herausgegeben wurden. Dieselben beruhen auf der genauen Messung von mehr als 40 000 Stämmen und geben für die Holzarten: Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche. Eiche, Buche und Birke die Stamminhalte nach zwei Altersstufen (bis 90 und über 90jährig) bei einer Meßhöhe von 4½ Fuß = 1.3 Meter, und zwar für die Nadelhölzer exkl. der Kiefer ohne Aeste, für die Laubhölzer und Kiefern einschließlich des Astholzes bis zu 1 Zoll Stärke.

Seitdem sind solche Massentafeln von den forstlichen Versuchsanstalten bearbeitet und herausgegeben worden, u. zw. für die Fichte von Baur, für die Kiefer von Schwappach, für die Weißtanne von Schuberg, für die Buche von Grundner, für die Schwarzkiefer von K. Böhmerle[1]).

Die Anwendung der Massentafeln ist sehr einfach; man hat die Baumhöhe vom Abhiebe bis zum Scheitel, dann die Grundstärke bei 1.3 Meter Höhe zu messen, die Altersstufe einzuschätzen und den Inhalt aus der Tafel für die betreffende Holzart, Altersstufe usw. zu entnehmen. So geben die unten bezeichneten Hilfstafeln z. B. für haubare Stämme von 30 m Höhe und 40 cm Grundstärke für Fichte 1.71 fm, für die Tanne 1.94 fm Derbholzmasse, für die Kiefer 1.85 fm und für die Buche 2.19 fm Holzmasse einschließlich des Astholzes (Baummasse).

So wie bei den bayerischen Massentafeln sind auch bei allen oben genannten neueren derartigen Tafeln die Masseninhalte außer nach den Stammhöhen und Grundstärken nur nach 2 oder 3 Altersstufen (bei einigen derselben auch nach Wachstumsgebieten) unterschieden; es ist also innerhalb dieser Grenzen eine hinreichend übereinstimmende Formausbildung der Baumschäfte angenommen, um für dieselben praktisch verwendbare Durchschnittswerte bilden zu können.

Bei der außerordentlich mannigfaltigen Formausbildung der Baumschäfte und dem großen Einflusse des lichteren oder dichteren Standes derselben im Bestande ist von vornherein anzunehmen, daß innerhalb jener Altersstufen für Stämme gleicher Grundstärke und Höhe noch bedeutende Unterschiede des Massengehaltes, welche auch tatsächlich bis zu 20% reichen, gegeben sein können, daher die Verwendung solcher Tafeln für die Inhaltsbestimmung von Einzelstämmen unsicher sein wird. Um nun die Anwendbarkeit dieser Tafeln auch auf Einzelstämme zu erhöhen und gleichzeitig in denselben Anhaltspunkte für die Beurteilung der Sortimentsergebnisse zu geben, sind von der österreichischen forstlichen Versuchsanstalt solche Formzahlen- und Massentafeln für die Fichte, Lärche, Weißföhre und Tanne durch Hofrat A. Schiffel[2]) ausgearbeitet worden, bei welchen das Verhältnis des Durchmessers in der Stammitte zu jenem in der gewöhnlichen Meßhöhe (1.3 m vom Boden) als für die Formausbildung des Schaftes charakteristisch angenommen und daher als Eingang in die Tafeln (nebst der Höhe und Grundstärke)

---

1) Eine für die Praxis sehr bequeme Zusammenstelllung dieser Massentafeln bieten die von Grundner und Schwappach herausgegebenen „Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände“, 3. Aufl. 1907.

2) „Form und Inhalt der Fichte“, M. a. d. f. V. Oe. XXIV. Heft, Wien 1899. Desgleichen für Lärche (1905, XXXI. Heft), für Weißföhre (1907, XXXII. Heft) und für Tanne (1908, XXXIV. Heft).

verwendet wird [1]). Die Anwendung dieser Tafeln erfordert daher nebst der Messung der Grundstärke und Höhe auch jene des Durchmessers in der Stammitte, beziehungsweise die Feststellung des sogenannten „Formquotienten" $\frac{\delta}{d}$.

§ 23. Formzahlen; Begriff und Arten derselben. Soll aus den gemessenen Größen der Grundstärke (bezw. Grundfläche) und Höhe eines Stammes, dessen Kubikinhalt ohne Zuhilfenahme von Massentafeln bestimmt werden, so bedarf man noch eines dritten Faktors, welcher das Verhältnis des wirklichen Stamminhaltes zu dem jenen beiden Größen entsprechenden Walzeninhalt angibt und diesen dritten oder Reduktionsfaktor nennen wir die Formzahl. Die Formzahl ist daher nichts anderes als das Verhältnis des wirklichen Stamm- (oder Baum-) Inhaltes zum Inhalte einer Walze von gleicher Grundfläche und Höhe. Für die Berechnung nach Formzahlen gelten demnach die beiden Formeln

$$v = ghf \text{ und } f = \frac{v}{gh} = \frac{v}{w},$$

d. h. man erhält den Stamminhalt, wenn man den Inhalt der Walze gh mit der betreffenden Formzahl multipliziert, und man erhält umgekehrt die Formzahl eines Stammes, wenn man dessen (etwa sektionsweise erhobenen) Masseninhalt durch den Inhalt einer Walze von gleicher Grundfläche und Höhe dividiert.

Je nachdem nun der Inhalt des Baumschaftes allein, oder dieser samt der Astmasse, oder der Inhalt von Derbholz mit dem Walzeninhalte verglichen werden soll, unterscheidet man Schaft-, Baum- und Derbholzformzahlen. Als Derbholz gilt dabei alles Holz von über 7 cm Stärke.

Eine weitere Verschiedenheit der Formzahlen ergibt sich aus der verschiedenen Meßhöhe, in welcher die Grundfläche genommen wird. Eine Messung der eigentlichen Stammgrundfläche am Fuße des Stammes wäre nicht nur unbequem, sondern auch wegen der unregelmäßigen Form an den Wurzeleingängen untunlich; — man mißt daher die Grundflächen, bezw. Durchmesser in einer Höhe, die bequem zugänglich ist und bei welcher auch die Querschnitte bereits regelmäßiger geformt sind. Am meisten ist die Messung in der Brusthöhe des Stammes, als welche gegenwärtig die Höhe von 1.3 m einheitlich fixiert ist, üblich, und man erhält damit, indem man den Inhalt des ganzen Stammes mit jenem der Walze von gleicher Grundfläche und der Gesamthöhe (vom Abhiebspunkte an) vergleicht, die sog. Brusthöhen- oder unechten Formzahlen.

Als unechte hat Preßler diese Formzahlen bezeichnet, weil sie nicht nur von der Form oder Vollholzigkeit, sondern auch von der Höhe des Stammes abhängig sind, so daß Stämme von gleicher Form aber verschiedener Höhe verschiedene Formzahlen haben und zwar um so kleinere, je höher der Stamm ist.

Es ist klar, daß z. B. die Reduktionszahl eines Kegels gegenüber der an irgend einem Querschnitte durchgelegten Walze von gleicher Höhe um so größer wird, je höher dieser Querschnitt am Kegel hinaufrückt. Bei konstanter Maßhöhe und veränderlicher Gesamthöhe rückt aber die erstere verhältnismäßig um so höher hinauf, je geringer die Gesamthöhe ist. So ergibt sich bei gleichbleibender Meßhöhe (m) von 1.3 m und einer Höhe des Kegels einmal von 2 m = 2.6 m, dann von 20 m = 26 m im ersten Falle eine Formzahl von 1.33, im zweiten eine solche von 0.37.

Dieser Umstand bedingt ein großes Schwanken der Brusthöhenformzahlen und macht dieselben ungeeignet zu einer Uebersicht über die Vollholzigkeitsverhältnisse, insbesondere zur Vergleichung der Formverhältnisse bei zunehmendem Alter des

[1]) Das Verhältnis irgend eines oberen Durchmessers zur Grundstärke wurde bereits von Breymann, speziell jenes des Durchmessers in der Stammitte zu letzterem von Strzelecki, Nossek und Kunze zur Feststellung der Formzahl empfohlen und angewendet.

Stammes (des Formzuwachses); es wurde daher schon von Smalian der Vorschlag gemacht und später insbesondere von Preßler wieder befürwortet, die Grundstärken nicht in konstanter Höhe sondern in einer je der Gesamtlänge des Baumes entsprechenden Höhe (z. B. in je $^1/_{10}$ oder $^1/_{20}$ der Gesamthöhe) zu messen. Damit wird der Einfluß der Höhe beseitigt und erhalten Stämme von gleicher Form auch stets die gleiche Formzahl [1]). Diese Formzahlen werden nach Preßler als echte Formzahlen bezeichnet; durch ihre Unabhängigkeit von der Höhe wird die Uebersicht über die Höhe und die Grenzen der Formzahlen erleichtert und eine Vergleichung der Vollholzigkeit der Stämme bei verschiedenem Alter ermöglicht. Trotz dieses Vorzuges werden diese echten Formzahlen kaum einmal ausgedehntere Anwendung finden, weil es bei der Aufnahme ganzer Bestände ausgeschlossen ist, jeden Stamm in je $^1/_{20}$ seiner Höhe zu messen, und weil auch bei der Feststellung der Formzahlen, beziehungsweise Formverhältnisse eines Stammes in verschiedenen Altern (im Wege der sog. Stammanalyse) von einem bestimmten Querschnitte (am besten von jenem bei 1.3 m) ausgegangen werden muß.

Es liegt daher, um den Einfluß der Höhe und zugleich jenen des unregelmäßigen untersten Stammteiles auf die Formzahlen zu beseitigen, nahe, diese nur auf den oberhalb jener Meßhöhe gelegenen Stammteil zu beziehen, also den Inhalt des letzteren mit dem Inhalt einer Walze von tatsächlich gleicher Grundfläche und Höhe zu vergleichen. Man bezeichnet diese Formzahlen als Grundflächen- oder nach dem Vorschlage Rinikers, welcher sie zuerst angewendet hat [2]), als absolute Formzahlen. Bei der Anwendung dieser Formzahlen müßte das unter der Meßstelle befindliche Stammstück für sich, am besten aus der Mittenstärke desselben, also nach der Formel $g_{1/2}l$ kubiert werden, was ohne Schwierigkeit und mit sehr geringem Zeitaufwand ausführbar ist.

Für die bekannten Grundformen des Kegels, Paraboloides und Neiloides würden sich folgende Formzahlen nach den verschiedenen Systemen ergeben:

Die Grundflächen- oder absolute Formzahl ist bekanntlich für den Kegel 0,333, für das Paraboloid 0.50, für das Neiloid 0.25.

Die echte Formzahl bei Messung von g in $^1/_{20}$ der Höhe wäre für den Kegel 0.369, für das Paraboloid 0.526 und für das Neiloid 0.292.

Die Brusthöhenformzahl (für m = 1.3 m) ist

bei einer Höhe des Stammes von	5	10	20	30	40 Meter
für den Kegel	0.610	0.445	0.381	0.364	0.356
für das Paraboloid	0.675	0.575	0.535	0.522	0.517

Schon diese letzte Zusammenstellung zeigt, daß der Einfluß der Höhe auf die Brusthöhenformzahl bei geringen Stammhöhen ein sehr bedeutender, bei größeren Stammhöhen (etwa von 25 m aufwärts) aber nur mehr ein geringer ist (so würde bei Abrundung auf zwei Dezimalen die Formzahl sowohl beim Kegel als auch beim Paraboloid für Stämme von 30 bis 40 Meter Höhe dieselbe sein); damit erhält auch die von der Praxis bevorzugte Anwendung der Brusthöhenformzahl speziell in angehend haubaren und haubaren Beständen ihre Berechtigung.

§ 24. Stammkubierung nach Formzahlen. Bei der Stammkubierung nach Formzahlen können diese entweder eingeschätzt oder auch aus Formzahltafeln entnommen werden. Die Schätzung der Formzahlen erfordert Erfahrung über die Höhe derselben bei bestimmten Holzarten und Stammformen, welche Erfahrung und Uebung im Einschätzen am besten durch vorherige

1) Es wäre jedoch unrichtig, daraus den umgekehrten Schluß zu ziehen, daß gleichen Formzahlen auch stets gleiche Stammformen entsprechen; es können vielmehr zahlreiche sehr verschiedene Stammformen ein und dieselbe Formzahl ergeben. Demnach wäre auch, da mit der Formzahl nicht die Form des Schaftes oder Baumes, sondern nur dessen Massenhaltigkeit im Verhältnis zur Walze gegeben ist, der Ausdruck Vollholzigkeitszahlen richtiger gewesen. Am wenigsten kann die Bezeichnung „Formzahl" auf den Gehalt an Astmasse oder Stock- und Wurzelholz Anwendung finden.

2) Hans Riniker „Ueber Baumform und Bestandesmasse". Aarau 1873.

Schätzung an stehenden Stämmen und nachfolgende Berechnung der Formzahl durch genaue Kubierung des liegenden Stammes erworben werden kann.

Bei der Formzahleinschätzung ist nicht nur die Form des oberen Schaftteils, sondern insbesondere auch die Form des Stammes unmittelbar ober der Meßstelle zu beachten, da eine geringe oder rasche Durchmesserabnahme an dieser Stelle die Formzahl sehr wesentlich beeinflußt. Erschwert wird die Schätzung durch das bedeutende Ueberwiegen der Längendimensionen, wodurch die Stammform weniger zum Ausdruck kommt (sehr hohe Stämme erscheinen bei gleicher Stammform vollholziger als kurzschäftige), dann durch den Einfluß des bei älteren Stämmen oft über die Meßstelle hinaufreichenden Wurzelanlaufes; — immerhin ist die Schätzung der Formzahlen bei einiger Uebung bedeutend sicherer als die direkte Anschätzung der Holzmasse.

Das Schwanken der Formzahlen ist innerhalb bestimmter Bestandesverhältnisse und Altersgrenzen keineswegs ein so bedeutendes, als vielfach angenommen wird; — so schwanken z. B. die Brusthöhen-Schaftformzahlen angehend haubarer oder haubarer Fichten in der Regel zwischen 0.45 und 0.50, die Baumformzahlen eben solcher Buchen etwa zwischen 0.55 und 0.62.

Auch hier wird übrigens die Massenbestimmung wesentlich leichter und sicherer durch die Anwendung von Formzahltafeln, welche, ebenso wie die Massentafeln, aus den Mittelwerten möglichst umfangreicher Einzelerhebungen der Formzahlen für alle Holzarten und Bestandesverhältnisse zusammengestellt werden [1]).

Die Formzahltafeln geben entweder nur die durchschnittlichen Formzahlen für bestimmte Holzarten, Altersstufen, Stammhöhen etc. allein an, in welchem Falle sie ebenso wie die Massentafeln besser für die Massenerhebung ganzer Bestände als für die Kubierung einzelner Stämme geeignet sind, oder sie stellen nach den aus den Erhebungen sich ergebenden Grenzen der Formalzahlwerte mehrere Formklassen auf, in welche dann der zu kubierende Stamm je nach den die Stammform bedingenden Verhältnissen (hoher oder niederer Kronenansatz, starke oder schwache Beastung etc.) einzureihen ist. Die Einschätzung der Formklassen wird bei manchen Tafeln noch erleichtert durch eine allgemeine Charakteristik der den einzelnen Klassen entsprechenden Verhältnisse. Am meisten dürfte es entsprechen, wenn in den Formzahltafeln nebst den berechneten und zu einer gesetzmäßigen Reihe ausgeglichenen Mittelwerten auch die noch häufiger vorkommenden Maxima und Minima als Grenzwerte angegeben werden, da die Bildung von Zwischenstufen zwischen diesen drei Formzahlwerten füglich dem Taxator überlassen bleiben kann.

Gute Formzahltafeln werden allgemein als einer der wichtigsten Behelfe für die Baum- und Bestandesschätzung anerkannt und ist auch die Tätigkeit aller forstlichen Versuchsanstalten den zur Aufstellung solcher Tafeln erforderlichen Erhebungen zugewendet.

Auf Grund solcher neueren Erhebungen wurden bereits Formzahltafeln für die Fichte und Buche von Prof. Dr. Baur [2]), für die Fichte und Kiefer von Prof. Kunze [3]) und für die Weißtanne von Prof. Dr. Lorey [4]) veröffentlicht; ebenso sind in den in § 22 genannten neueren Massentafeln durchwegs auch Formzahlen-Uebersichten enthalten und bieten die genannten Schriften Schiffels über

---

1) Auch bei der Aufstellung von Massentafeln werden übrigens in der Regel zuerst die Formzahlen berechnet und zusammengestellt, weil diese eine leichtere Uebersicht und Ausgleichung gestatten, als die Massen selbst. Formzahl- und Massentafeln haben demnach ganz die gleiche Grundlage.

2) Die Fichte, Berlin 1877; die Rotbuche, Berlin 1881.

3) Supplemente zum Tharandter forstl. Jahrbuche II. Bd. 1. u. 2. Heft.

4) Ertragstafeln für die Weißtanne. Frankfurt a. M. 1884.

„Form und Inhalt der Fichte, der Lärche etc." sehr vollständige und gut anwendbare Formzahlentafeln für diese Holzarten. Ferner enthalten die meisten forstlichen Hilfstafelwerke sowie die Forstkalender auch Formzahltafeln, deren Einrichtung, namentlich bei den älteren Tafeln, eine sehr verschiedene ist, indem selbe je nach Umständen nach Alters-, Bonitäts- oder Formklassen, nach Höhen- oder Durchmesser-Abstufungen, oder auch nach mehreren dieser Unterscheidungen zugleich angeordnet sind. Die Formausbildung und damit auch die Formzahl der Stämme einer bestimmten Holzart wird eben durch das Alter, den Standort und die Schlußverhältnisse des Bestandes wesentlich beeinflußt; dieselben Umstände gelangen aber teilweise auch in der Höhe und dem Verhältnisse zwischen Höhe und Grundstärke der Stämme zum Ausdrucke und können daher durch diese charakterisiert werden.

Die neueren Formzahltafeln der deutschen forstlichen Versuchsanstalten sind zumeist nach Höhen- und Durchmesserstufen und außerdem nach mehreren Altersklassen geordnet, wogegen bei jener von Schiffel hauptsächlich der Formquotient $\frac{\delta}{d}$ als Eingang benutzt ist, wobei zur annähernden Feststellung dieses Quotienten anstatt der Messung von δ auch das Verhältnis der Kronenlänge zur Höhe des Stammes, also eine leicht festzustellende Verhältniszahl, dienen kann.

Formzahltafeln, welche nur nach Höhen oder Altersstufen u. dgl. allein für die einzelnen Holzarten geordnet sind, können nicht genügen, da sie den sonst auf die Schaftausformung einflußnehmenden Umständen nicht genügend Rechnung tragen können.

Für die Kubierung von Einzelstämmen haben die Formzahltafeln vor den Massentafeln den Vorzug einer gedrängteren und übersichtlicheren Anordnung, dann die Möglichkeit einer feineren Abstufung nach Formklassen voraus, daher damit der individuellen Formausbildung des einzelnen Stammes mehr Rechnung getragen werden kann, als dies bei den Durchschnittszahlen der Massentafeln möglich ist. Dagegen geben die Massentafeln den Stamminhalt direkt an, während er im anderen Falle erst durch Aufsuchen des Walzeninhaltes (in einer Walzentafel) und Multiplikation desselben mit der Formzahl gefunden wird. Uebrigens kann jede Massentafel durch Berechnung und Zusammenstellung der darin enthaltenen Formzahlen auch in eine übersichtlichere Formzahltafel verwandelt werden, wie dies z. B. auch Preßler bezüglich der bayerischen Massentafeln ausgeführt hat [1]).

§ 25. Stammkubierung nach der Richthöhe. Dieses einfache und in seinen Resultaten im allgemeinen sehr befriedigende Verfahren wurde durch Preßler in die Holzmeßkunde eingeführt. Dasselbe benutzt zur Bestimmung der Holzmasse stehender Stämme nebst der Grundstärke anstatt der Totalhöhe jene Höhe des Stammes, bei welcher der Durchmesser die Hälfte der Grundstärke beträgt, welche Höhe Preßler als Richthöhe bezeichnet.

Er ging dabei von der Erfahrung aus, daß es entschieden leichter ist, die Hälfte einer gegebenen Dimension nach dem Augenmaße oder mit einem einfachen Instrumente zu bestimmen, als einen oberen Durchmesser nach seiner absoluten Größe zu messen, sowie von der Voraussetzung, daß die Lage jenes Punktes, wo der Durchmesser noch die Hälfte der Grundstärke hat (des Richtpunktes), für die Vollholzigkeit und somit für den Inhalt des Stammes maßgebend sei, da auch die einfachen Kegelformen aus dieser Richthöhe und der Grundstärke kubiert werden können.

---

1) Siehe Forstliches Hilfsbuch Tafel 15.

Bei dem geradseitigen Kegel ist die Hälfte des untern Durchmessers bei der halben Gesamthöhe h gegeben, daher ist hier, wenn wir die Grundfläche mit g und die Entfernung des Richtpunktes von g (die Richtpunktshöhe) mit r bezeichnen, $r = \frac{h}{2}$, und da $v = \frac{1}{3}gh$, auch $v = \frac{1}{3}g2r = \frac{2}{3}gr$.

Beim Paraboloid ist bekanntlich die Hälfte des unteren Durchmessers bei $\frac{1}{4}h$ von der Spitze an gegeben, also $r = \frac{3}{4}h$; und da $v = \frac{1}{2}gh$ auch $v = \frac{1}{2}g\frac{4}{3}r = \frac{2}{3}gr$, wie früher.

Beim Neiloid besteht das Verhältnis

$$d^2 : \left(\frac{d}{2}\right)^2 = h^3 : (h-r)^3$$

und hieraus $h - r = \frac{h}{\sqrt[3]{4}} = 0{,}63\,h$, oder $r = 0{,}37\,h$ und $h = 2{,}70\,r$;

somit $v = \frac{1}{4}gh = \frac{1}{4}g \,.\, 2{,}7\,r = 0{,}675\,gr = \frac{2}{3}gr \times 1{,}013$,
also um 1,3 Prozent größer als $\frac{2}{3}gr$.

Es werden somit der Kegel und das Paraboloid genau, das Neiloid aber sehr nahe richtig nach der Formel $v = \frac{2}{3}gr$ kubiert.

Diese Kubierung bezieht sich jedoch nur auf den oberhalb der Grundstärkenmeßhöhe m gelegenen Stammteil; um auch das untere Stammstück in die Rechnung gleich einzubeziehen, betrachtet Preßler dasselbe zunächst als eine Walze von der gleichen Grundfläche g und der Höhe m; es wäre dann der Gesamtinhalt $v = \frac{2}{3}gr + gm = \frac{2}{3}g\left(r + \frac{3}{2}m\right)$, oder, wenn wir die Höhe r + m d. i. die Entfernung des Richtpunktes vom Boden als Richthöhe R bezeichnen, $v = \frac{2}{3}g\left(R + \frac{m}{2}\right)$. Es ist also die gemessene Richthöhe noch um die halbe Meßhöhe zu vermehren und ist dann die Grundfläche mit $\frac{2}{3}$ dieser korrigierten Richthöhe zu multiplizieren, um den Stamminhalt zu erhalten.

Fig. 38.

Auch bei dieser Berechnung bleibt noch jener Teil des Stammfußes unberücksichtigt, welcher außerhalb der Walze gm liegt, welchen Teil Preßler als Schenkelholz (s) bezeichnet und für dessen Einbeziehung in die Inhaltsberechnung er noch eine weitere Korrektur der obigen Formel angegeben hat.

Für die meisten Fälle der Praxis kann jedoch das Schenkelholz vernachlässigt und somit der Stamminhalt nach der einfachen Formel $v = \frac{2}{3}g\left(R + \frac{m}{2}\right)$ berechnet werden.

Um die Berechnung zu ersparen, hat Preßler in seinem forstl. Hilfsbuch eine eigene Tafel der Stamminhalte nach Grundstärke und Richthöhe aufgenommen (Tafel 13); übrigens kann hiezu auch jede Tafel der vielfachen Kreisflächen (Walzentafel) angewendet werden.

Für die Kubierung eines Stammes nach der Richthöhe ist zunächst die Grundstärke und zwar möglichst ober dem Wurzelanlaufe, also eventuell auch höher als bei 1,3 Meter genau zu messen, dann von entsprechender Entfernung aus, nachdem man diese Grundstärke scharf ins Auge gefaßt, jener Punkt am Stamme aufzusuchen, wo der Durchmesser eben noch halb so groß ist als erstere, und dann die Höhe dieses Punktes über dem Abhiebe mit dem Meßknecht oder einem sonstigen Höhenmesser zu messen. Leichter ist es in der Regel, wenn man nach dem Vorschlag Preßlers anstatt direkt den Richtpunkt selbst, vielmehr zunächst jene Stammpartie aufsucht,

in welcher die Durchmesser dem $d/_2$ nahe kommen, unterhalb welcher sie aber größer werden als $d/_2$. Diese meist leicht erkenntliche Stammpartie nennt Preßler die Richtpunktszone, und ist der Richtpunkt selbst dann in der Mitte derselben anzunehmen.

Um das Aufsuchen des Richtpunktes leichter und sicherer zu machen, als dies besonders dem Ungeübten mit freiem Auge möglich ist, empfiehlt Preßler noch die Anwendung eines kleinen Instrumentes, welches er als Richtrohr bezeichnet. Es ist dies ein Visierrohr aus Pappe, welches durch mehrere Auszüge auf verschiedene Längen gestellt werden kann. An dem offenen Objektiv-Ende stehen sich zwei durch die Seitenwände des Rohres verschiebbare Stifte gegenüber, mit deren Spitzen die scheinbare Größe eines beliebigen Stammdurchmessers scharf eingefaßt werden kann.

Wird nun bei kurz gestelltem Rohre von entsprechender Entfernung aus die Grundstärke eines Stammes zwischen die Visierspitzen eingestellt, dann das Rohr durch die Auszüge auf das Doppelte der früheren Entfernung des Okulares von den Stiften gestellt, so gibt die unveränderte Stellung der Visierspitzen bei gleicher Entfernung die Hälfte des früheren Durchmessers an und kann also dieser Durchmesser $d/_2$, d. i. die Stelle des Richtpunktes am Stamme mittelst des Rohres aufgesucht werden.

Hat man (Fig. 39) bei einem Abstande e des Okulars A von den Visierstiften die Spitzen der letzteren bc auf die Dimension BC eingestellt, dann das Visierrohr auf die doppelte Länge 2e gebracht, so gibt die nunmehrige Visur über $b_1 c_1 = b\,c$ die Größe $B_1 C_1 = \frac{1}{2} BC$, weil

Fig. 39.

$$BC : E = bc : e$$

$B_1C_1 : E = b_1 c_1 : 2e$ und daraus, weil $bc = b_1 c_1$, $B_1C_1 : BC = 1 : 2$

Das Einstellen des Rohres auf die Entfernung e und 2e erfolgt mittelst der an den Auszügen angebrachten Maße.

Fig. 40.

Wir haben oben angenommen, daß die Entfernung E bei den beiden Visuren auf BC und B_1C_1 unverändert bleibt; beim Aufsuchen des Richtpunktes R wird jedoch dieser zumeist vom Auge des Beobachters weiter entfernt sein als der Meßpunkt der Grundstärke m, und zwar ist, wenn α_1 und α_2 die Neigungswinkel der beiden Visuren sind, $Am = AD \sec a_1$ und $AB = AD \sec \alpha_2$; es muß also die Einstellung des Richtrohres bei der Visur auf B noch in dem Maße verlängert werden, als die Entfernung AB gegen die Entfernung Am größer ist, d. h. in dem Maße des Wertes der $\sec a_2$ gegen $\sec \alpha_1$. Zu diesem Zwecke ist an den Auszugrohren eine Sekanten-Skala angebracht, deren Teile sich auf den Wert $2\,e = 100$ oder $e = 50$ beziehen. Mit Hilfe dieser Skala wird der Auszug des Rohres je nach den Werten von $\sec \alpha_1$ und $\sec \alpha_2$, die am Meßknecht direkt abgelesen werden können, für die Visur auf den Meßpunkt m und den Richtpunkt B (Fig. 40) richtig gestellt. Für die Messung der $\sec \alpha_2$ muß allerdings die Lage des Richtpunktes zuvor annähernd nach dem Augenmaß bestimmt werden. Bei einiger Uebung im Anschätzen des Richtpunktes ist übrigens das Richtrohr entbehrlich.

Bei großer Einfachheit und Schnelligkeit des Verfahrens gewährt die Richthöhenmethode für die Kubierung von Einzelstämmen in den meisten Fällen zuverlässigere Resultate als die Anwendung von Massen- und Formzahltafeln. Es wird

dabei jeder Stamm nach seiner individuellen Form und nicht nach Durchschnittsziffern kubiert und es werden alle für die Kubierung nötigen Größen gemessen und nicht, wie die Formzahlen, bloß eingeschätzt. Etwaige Fehler in der Bestimmung von $d/_2$, beziehungsweise in der Bestimmung des Richtpunktes, kommen nicht als Fehler der Durchmessermessung, sondern nur als Längenmessungsfehler in Rechnung, da die Messung oder Schätzung dieser Oberstärke nur indirekt zur Bestimmung der Richthöhe dient.

Gut anwendbar ist das Verfahren zumeist namentlich bei den Nadelhölzern mit ihren meist bis oben deutlich sichtbaren Schäften, aber auch in gut geschlossenen Laubholzbeständen mit mehr astfreien, geraden Stammschäften; Schwierigkeiten bereiten dagegen zuweilen stärkere Astpartien in der Richtpunktzone, dann die bereits unter dieser Zone in mehrere Hauptäste geteilten Stämme; auf frei erwachsene Laubholzstämme mit ganz unregelmäßiger Schaft- und Kronenbildung ist sie überhaupt nicht mehr anwendbar.

Die vorhin gegebene Ableitung der Richthöhenformel aus den Verhältnissen des Kegels, Paraboloides und Neiloides bietet übrigens nur eine gewisse Wahrscheinlichkeit, aber keinen Beweis dafür, daß das Verfahren auch bei den wirklichen Stammformen zutreffende Resultate gebe. Der Beweis hiefür kann nur durch vielfache Vergleiche der Ergebnisse dieses Verfahrens mit jenen der genauen Stammkubierung erbracht werden. Solche Vergleiche wurden auch bereits mehrfach angestellt [1]) und ergaben dieselben zumeist sehr befriedigende Resultate; so z. B. fand Träger bei Untersuchung von 49 Nadelholz-Stämmen im ganzen zu viel um 0,64 Prozent und bei 14 Buchen zu wenig um 0,87 Prozent, während im einzelnen die größten Fehler 5—7 Prozent betrugen.

Preßler hat auch vorgeschlagen, die Lage des Richtpunktes zur Einschätzung der Formzahl zu benutzen, worüber näheres in dessen forstl. Hilfsbuch im Texte zu Tafel 14 enthalten ist. Da $v = ghf$ und andererseits auch $v = {}^2/_3\, g\, R$ ist, so ist auch $f = \frac{2}{3}\frac{R}{h}$; man kann also die Formzahl berechnen, wenn man R und h mißt und die doppelte (korrigierte) Richthöhe durch die dreifache Gesamthöhe dividiert.

§ 26. **Stammkubierung mit Hilfe indirekt gemessener oberer Durchmesser.** Werden mit einem der in § 19 genannten Instrumente obere Durchmesser am stehenden Stamme gemessen, so kann deren Verwendung in zweierlei Weise stattfinden; entweder indem das Verhältnis eines oder mehrerer oberer Durchmesser zur Grundstärke als Eingang in eine dementsprechend eingerichtete Massentafel oder zur Bestimmung der Formzahl benützt wird, oder zur direkten Bestimmung des Stamminhaltes aus den den gemessenen Durchmessern entsprechenden Querflächen.

Schon Breymann hat die Messung oberer Durchmesser mit seinem Instrumente dazu benützt, um damit die Formzahl zu bestimmen und ist dabei von der Gleichung $y_2 = px^m$ als jener der Schaftkurve ausgegangen. Nachdem jedoch diese Gleichung der Form der Baumschäfte als Ganzes nicht entspricht, indem der sogenannte „Formexponent" in den verschiedenen Teilen desselben Stammes mehrfach wechselt, so können auch die Resultate dieser Berechnung im Verhältnisse zur Umständlichkeit des Verfahrens nicht genügend genau sein. Für die Zukunft scheint die von Direktor Strzelecki zuerst vorgeschlagene, dann von Prof. Nossek und insbesonders von Prof. Dr. Kunze weiter ausgebildete Benützung des Form-

1) Näheres hierüber sowie über die Anwendbarkeit der Richthöhenmethoden überhaupt siehe bei Kunze, Lehrbuch der Holzmeßkunst Seite 140, dann 157 u. ff.

quotienten $\delta : d$ (Durchmesser in der Stammitte: Grundstärke) am meisten Aussicht auf allgemeinere Anwendung für eine genauere Kubierung stehender Stämme, als dies bisher mit den Massen- und Formzahltafeln möglich ist, zu haben; schon deshalb, weil die Einstellung auf die halbe Stammhöhe bei den meisten Instrumenten leicht ausführbar und weil der Durchmesser in der Stammitte sowohl für die Vollholzigkeit als auch für den Wert des Stammes ein maßgebender ist. Kunze [1]) geht dabei von der Gleichung für die Schaftformzahl aus: $f_s = \frac{\delta}{d} - c$, und man kann aus den von ihm aus zahlreichen Erhebungen berechneten Werten dieser von dem ermittelten Formquotienten abzuziehenden Größe c für die gewöhnliche Praxis ausreichend genau feststellen:

für die Fichte bei einer Höhe von 10—16^m, 17—29^m, 30—45^m
ist c = 0,20 0,21 0,22;

für die Kiefer bei einer Höhe von 12—15^m 16—19^m, 20—28^m, 29—34^m
ist c = 0,18, 0,19 0,20 0,21.

Für die Berechnung der Formzahl aus dem Verhältnis $\frac{\delta}{d}$ kann auch der folgende Weg eingeschlagen werden: Aus $v = \frac{\pi}{4} d^2 . h . f = \frac{\pi}{4} (d^2 + 2\delta^2) \frac{h}{4}$ (letzteres nach der Formel von Smalian) folgt $f = \frac{d^2 + 2\delta^2}{4d^2} = 0{,}25 + \frac{1}{2}\left(\frac{\delta}{d}\right)^2 \ldots 1$, oder bei Berechnung nach der Riekeschen Formel $V = \frac{\pi}{4} d^2 . h . f = \frac{\pi}{4} (d^2 + 4\delta^2) \frac{h}{6}$, daher $f = \frac{d^2 + 4\delta^2}{6d^2} = 1/6 + \frac{2}{3}\left(\frac{\delta}{d}\right)^2 \ldots 2.$

Wäre z. B. das Verhältnis $\frac{\delta}{d} = 0.66$, so ergibt sich nach Formel 1, $f = 0.25 + 0.22 = 0.47$ und nach Formel 2 $f = 0.17 + 0.29 = 0.46$.

Werden mehrere obere Durchmesser gemessen, so wäre die Berechnung der Formzahl daraus ein unnötiger Umweg; es wird sich vielmehr empfehlen, dieselben direkt zur Berechnung des Stamminhaltes zu verwenden. Hiezu könnte von den früher abgeleiteten allgemeinen Kubierungsformeln hauptsächlich jene von Simony, $v = \frac{h}{3} [2 (g_{1/4} + g_{3/4}) - g_{1/2}]$, in Betracht kommen; die Praxis wird es aber vorziehen, alle betreffenden Querflächen positiv und möglichst gleichwertig in Rechnung zu nehmen. Solche Formeln erhalten wir, wenn wir den Stamm in zwei oder drei Sektionen teilen und die einzelnen Sektionen nach den einfachen Formeln von Smalian oder Huber berechnen. Werden die Durchmesser bei $1/4$, $1/2$ und $3/4$ der Höhe gemessen, so ergibt sich mit Anwendung der Smalianschen Formel, da $g_0 = o$, $v = \frac{h}{4} \left(\frac{g_u}{2} + g_{1/4} + g_{1/2} + g_{3/4}\right)$ [2]), für die Messung der Durchmesser in $1/6$, $1/2$ und $5/6$ der Höhe aus der Huberschen Formel $v = \frac{h}{3} (g_{1/6} + g_{1/2} + g_{5/6})$ oder noch einfacher bei Messung von d in $1/4$ und $3/4$ der Höhe $v = \frac{h}{2} (g_{1/4} + g_{3/4})$. Diese beiden letzteren Formeln er-

1) Dr. Kunze, „Neue Methode zur raschen Berechnung der unechten Schaftformzahlen für Fichte und Kiefer". Dresden 1891.

2) Für g_u wäre in dieser Formel die eigentliche untere Querfläche (am Stockabhiebe) zu nehmen; es dürfte jedoch, da die Smaliansche Formel ohnedies für den unteren Stammteil einen zu großen Inhalt ergibt und diese Querfläche auch nur zur Hälfte in Rechnung kommt, für die Praxis ohne weiteres zulässig sein, statt g_u die in der Höhe von 1.3 m gemessene Querfläche g_m in Rechnung zu stellen.

geben sich auch aus den Seite 168 angeführten, von Simony abgeleiteten Formeln, wenn die Werte von $\varepsilon=0{,}146$ und $\varepsilon=0{,}211$ als annähernd $\varepsilon=1/6$ und $\varepsilon=1/4$ genommen werden.

Die für diesen Zweck wiederholt empfohlene Formel von Hoßfeld: $v = \frac{3}{4} g_{1/3} \cdot h$, kann, da sie nur eine einzige, noch dazu indirekt gemessene Querfläche enthält, bei größerer Umständlichkeit der Messung des betreffenden Durchmessers kaum eine größere Genauigkeit als die Kubierung mittelst Formzahlen oder nach der Richthöhe ergeben. Für die direkte und genauere Kubierung wird man stets mindestens 2 bis 3 obere Durchmesser messen, als Eingang in eine Massentafel oder zur Bestimmung der Formzahl wird aber die Bestimmung eines Formquotienten durch Messung eines oberen Durchmessers genügen[1]).

§ 27. Bestimmung der Ast- und Stockholzmassen. Von den in den vorigen §§ behandelten Methoden zur Ermittelung der Holzmasse stehender Stämme machen die meisten eine gesonderte Bestimmung der Astmasse nötig, da dieselben meist nur den Inhalt des Schaftes allein angeben. Für diese Bestimmung der Astmasse wäre eine spezielle Messung schon mit Rücksicht auf den meist geringeren Wert des Astholzes zu umständlich und es werden daher in der Regel hiefür Erfahrungszahlen benützt, welche die Astmasse für bestimmte Verhältnisse in Prozenten des Stamminhaltes angeben. Allgemeine Durchschnittszahlen würden aber auch hier für den Einzelfall und selbst für ganze Bestände nicht wohl anwendbar sein, indem die Astmasse, selbst bei der gleichen Holzart, je nach der Kronenentwikkelung (tiefer oder hoher Kronenansatz, breit ausgelegte oder durch Nebenstämme eingeengte Beastung etc.) sehr erheblich differiert. Gedrängt erwachsene Stämme haben eine geringe, ganz frei erwachsene dagegen in der Regel eine verhältnißmäßig sehr bedeutende Astmasse. (So kann z. B. die Astmasse von Eichen oder Buchen, welche im geschlossenen Bestande etwa 15 % und in lichteren Beständen bis zu 30 % beträgt, bei einzelnen freistehenden Stämmen bis zu 60 % des Schaftinhaltes hinaufgehen.)

Preßler[2]) nimmt an, daß sich das Prozent der Astmasse am sichersten nach der Höhe des Kronenansatzes am Stamme beurteilen lasse und hat hienach eine Tafel der Astmassenprozente für die wichtigsten Holzarten und für eine Höhe des Kronenansatzes von 0.2 bis 0.9 H aufgestellt[3]), welche auch in die meisten übrigen forstlichen Hilfstafeln übergegangen ist[4]).

In ähnlicher Weise hat Kunze für die Fichte und Kiefer an einer großen Zahl von Stämmen die Astmassenprozente erhoben, deren Mittelwerte wir als Beispiel hier anführen:

Höhe des Kronenansatzes:	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8 H
Astmassenprozente der Fichte	30	25	18	14	9
„ der Kiefer	41	32	25	—	—

Diese Zahlen, sowie die Preßlers, gelten übrigens nur für Stämme von voll ausgebildeter Krone; für Stämme mit beschränkter und schwacher Beastung müßten dieselben beträchtlich reduziert werden[5]).

---

1) Schiffel führt in seiner vorerwähnten Schrift „Form und Inhalt der Fichte" allerdings drei Formquotienten, nämlich außer $q_2 = \delta : d$ noch $q_1 = d_{1/4} : d$ und $q_3 = d_{3/4} : d$ ein; es ist jedoch einerseits q_3 von q_2 und andererseits q_1 von q_2 und h hinreichend genau abhängig, um aus diesen beiden Größen bestimmt werden zu können, so daß auch hier nur der Durchmesser δ in der Stammitte gemessen zu werden braucht.

2) Siehe dessen „Gesetz der Stammbildung" S. 105.

3) Forstl. Hilfsbuch, Tafel 12.

4) Es sei hier bemerkt, daß für eine richtige Beurteilung des Astmassenprozentes nebst der Höhe des Kronenansatzes auch die Stärke der Krone — etwa ausgedrückt durch das Verhältnis des Kronendurchmessers zum Stammdurchmesser — berücksichtigt werden müßte.

5) Ich selbst erhielt speziell für die Fichte in geschlossenen Beständen bei einer großen Zahl von Erhebungen nur ganz geringe Astmassenprozente, wobei allerdings die Zweige von weniger

Ebenso wie die Astmasse wird auch die aus dem Stock- und Wurzelholze zu gewinnende Masse nach den erfahrungsmäßigen Ergebnissen im Prozentsatze der oberirdischen Holzmasse eingeschätzt. Die Höhe dieses Prozentsatzes ist wesentlich von der Art und der Sorgfalt der Gewinnung des Stock- und Wurzelholzes (ob Rodung oder Auskesselung etc.), von der Abhiebshöhe, der Stärke und insbesondere auch von der Höhe des betreffenden Bestandes abhängig. Auch hiefür enthalten die meisten Hilfstafeln, Forstkalender etc. die entsprechenden Erfahrungszahlen. Im großen Durchschnitte kann die Stock- und Wurzelholzmasse bei sorgfältiger Ausnützung auf 15 bis 25 Prozent der oberirdischen Holzmasse veranschlagt werden.

III. Ermittelung der Holzmasse ganzer Bestände.

§ 28. Allgemeine Grundsätze und Uebersicht der Verfahren. Jeder Bestand besteht aus einer mehr oder minder großen Anzahl von Einzelstämmen und es wäre daher das weitestgehende und genaueste Verfahren, jeden Einzelstamm zu kubieren und aus der Summe ihrer Holzgehalte die Holzmasse des ganzen Bestandes zu bilden.

Dieses Verfahren kann jedoch seiner Umständlichkeit wegen nur dann Anwendung finden, wenn die Zahl der Stämme keine allzugroße ist und zugleich der Zweck der Massenaufnahme die größtmögliche Genauigkeit fordert. In allen anderen Fällen wird es unsere Aufgabe sein, jene Bedingungen aufzufinden, unter welchen auf kürzerem Wege die für den speziellen Zweck erforderliche Genauigkeit der Massenaufnahme erzielt werden kann.

Da nun in demselben Bestande Stämme von gleicher Grundstärke und Höhe voraussichtlich auch in ihrer Formzahl und somit auch in ihrer Holzmasse nicht erheblich differieren werden, so liegt es nahe, statt der Kubierung aller Stämme vielmehr für solche Gruppen derselben, welche in der Grundstärke und Höhe übereinstimmen, Repräsentanten zu wählen und zu kubieren und von dem Inhalte dieser auf den Inhalt der ganzen Gruppen zu schließen. Diese gewählten Repräsentanten heißt man Modellstämme oder Probestämme.

Wären in den Beständen alle Stämme bezüglich ihrer Stärke, Höhe und Form gleich entwickelt, so würde es sogar genügen, nur einen einzigen oder wenige beliebige Stämme zu kubieren und deren durchschnittlichen Massengehalt mit der (durch Abzählung zu bestimmenden) Stammzahl zu multiplizieren. Es wäre also in diesem Falle stets die Masse des Bestandes $M = m\, N$, worin m die Holzmasse eines beliebigen Stammes und N die Stammzahl des ganzen Bestandes. In Wirklichkeit besteht aber eine solche gleichmäßige Entwicklung der einzelnen Stämme im Bestande nicht, vielmehr sind meist sehr beträchtliche Unterschiede, entweder vorwiegend nur in der Stärke oder auch in der Stärke und Höhe der Stämme und damit voraussichtlich auch in der Formzahl gegeben, doch kann der Bestand in Gruppen (beziehungsweise kleine Bestände) von gleicher Stärke und Höhe zerlegt werden, und es gilt dann für jede solche Gruppe die oben aufgestellte Beziehung $M = m\, N$ (Aufnahme nach Stärke- oder Höhenstufen). Anderseits können aber auch die Bedingungen aufgesucht werden, unter welchen auch im ungleichmäßigen Bestande ein bestimmter

als 1 cm Mittenstärke, als nicht verwertbar, von mir vernachlässigt wurden, während obige Zahlen die gesamte Astmasse inkl. der Nadeln enthalten. Ich erhielt bei haubaren Fichten aus gut geschlossenen Beständen nur 2½—4 Prozent, bei dominierenden Stämmen oder lichterem Stande 4—6 Prozent und selbst bei stark beasteten Stämmen der Hochlage höchstens 6—12 Prozent Astmasse. Bei der Buche erhielt ich in geschlossenen haubaren Beständen an den Einzelstämmen 5—15 Prozent, im Durchschnitte 10—12 Prozent; in lichteren Beständen dagegen 10—25 Prozent Astmasse der Einzelstämme und für den ganzen Bestand 15—18 Prozent.

Stamm bezüglich seiner Holzmasse als Repräsentant aller Stämme angesehen werden kann, welcher Stamm somit der durchschnittlichen Holzmasse aller Stämme $m = \frac{M}{N}$ entsprechen müßte. Solche Stämme, welche den mittleren Massengehalt aller Stämme eines Bestandes (oder auch einer bestimmten Stammklasse) repräsentieren, heißen Bestandes- (oder Klassen-) Mittelstämme und das betreffende Verfahren die „Aufnahme nach Mittelstämmen".

Die Bedingungen, unter welchen solche Mittelstämme für ganze Bestände zuverlässig gefunden werden könnten, sind jedoch nicht immer gegeben, anderseits ist die Wahl und Aufnahme spezieller Repräsentanten für alle Stärke- und Höhenabstufungen für viele Fälle noch immer zu umständlich und zeitraubend und es kann daher zwischen diesen beiden Verfahren der Mittelweg eingeschlagen werden, daß man mehrere Stärke- oder Höhenstufen in größere Gruppen (Stärke- oder Höhenklassen) vereinigt, also den Bestand nur in wenige solche Gruppen zerlegt, und für jeden derselben rechnungsmäßig die Mittelstämme (in diesem Falle Klassenmittelstämme) bestimmt (Verfahren nach Stärke- oder Höhenklassen).

Neben der Auffassung der Bestandesmasse als Produkt aus der Stammzahl in die Masse eines (idealen) Mittelstammes kann dieselbe auch — analog der Kubierung des Einzelstammes aus $m = g \cdot h \cdot f$ — als das Produkt der Gesamt-Stammgrundfläche aller Stämme (G) in die durchschnittliche Höhe (H) und die durchschnittliche Formzahl (F) des Bestandes, oder auch — analog der Stammkubierung nach Richthöhe — als das Produkt der obigen Stammgrundflächensumme in $^2/_3$ der durchschnittlichen Bestandesrichthöhe (R) betrachtet werden.

Es ergeben sich daher für verschiedene Arten der Bestandesaufnahme folgende charakteristische Formeln:

1. $M = m\,N$ (Aufnahme nach Mittelstämmen),
2. $M = GHF$ (Aufnahme nach Formzahlen),
3. $M = {^2/_3}GR$ (Aufnahme nach der Bestandes-Richthöhe).

Im ersten Falle müssen die Modellstämme der Bedingung $m = \frac{M}{N}$, im zweiten Falle der Bedingung $h\,f = H\,F$ entsprechen, d. h. dieselben müssen im Falle 1. die mittlere Masse aller Stämme, im Falle 2. aber nur die mittlere Höhe und Formzahl des Bestandes oder jener Stammgruppen haben, als deren Repräsentanten sie dienen. Es ist naheliegend, daß der letzteren Bedingung leichter zu entsprechen ist, als der ersteren. Die Anwendung der dritten Formel setzt voraus, daß entweder die durchschnittliche Bestandes-Richthöhe als solche direkt angesprochen und gemessen werden kann, oder daß die zu dieser Messung gewählten Modellstämme diese durchschnittliche Richthöhe des Bestandes oder der betreffenden Stammgruppe besitzen. Von den Faktoren G, H und F der Bestandesmasse nach Formel 2. ist nur der Faktor G im Bestande direkt gegeben und (durch Abmaß der Grundstärken aller Stämme in bestimmter Höhe) auch ohne weiteres meßbar; die beiden übrigen Faktoren H und F sind ideell als die Durchschnittshöhe und Durchschnittsformzahl des ganzen Bestandes zu denken und sollen ihre Werte möglichst annähernd richtig an den Probestämmen erhoben werden.

Für die Bestandesaufnahme nach den Methoden 2 und 3 ist die Aufnahme der Gesamt-Stammgrundfläche G als eines wesentlichen Faktors der Bestandesmasse unerläßlich, aber auch für die unter Formel 1. subsumierten Verfahren würde das bloße Abzählen der Stämme nicht ausreichen, sondern müssen gleichfalls die Grundstärken aller Stämme gemessen werden, sowohl um die Zahl der in eine Stärkestufe

fallenden Stämme zu erhalten, als auch zum Zwecke der Bestimmung des Mittelstammes des Bestandes oder einzelner Stärkeklassen. Selbst bei sehr gleichmäßigen Beständen ist die Abmessung der Grundstärken aller Stämme der bloßen Auszählung schon deshalb vorzuziehen, weil erstere nur einen sehr geringen Mehraufwand an Zeit gegen letztere erfordert. Es ist demnach die Abmessung der Grundstärke aller Einzelstämme und die Bestimmung der Stammgrundflächensumme des Bestandes hieraus allen bisher betrachteten Verfahren der Bestandesaufnahme gemeinsam.

Um nun für jene Verfahren, welche für die Bestandesaufnahme von der ermittelten Holzmasse der Modellstämme ausgehen, sowohl diese als auch die Gesamt-Stammgrundfläche G des Bestandes direkt in Rechnung zu nehmen, können wir die Formel 1. durch eine andere, aus 2. abgeleitete Formel ersetzen.

Da $M = GHF$ und $m = ghf$, so verhält sich $M : m = GHF : ghf$ und, wenn $HF = hf$, auch $M : m = G : g$; somit ist auch

$$4.\quad M = m\frac{G}{g},$$

in welcher Formel M und G die Masse und Grundflächensumme eines ganzen Bestandes oder einer Stammklasse, m und g die Holzmasse und Grundfläche nur eines oder auch mehrerer Modellstämme zusammen sein kann; immer vorausgesetzt, daß das hf der letzteren auch dem HF des ganzen Bestandes oder der betreffenden Stammklasse entspricht.

Die Anwendung dieser Formel 4. hat vor jener der Formel 1. den Vorzug, daß der wichtige Faktor G direkt in Rechnung genommen wird, und daß die Modellstämme nur die durchschnittliche Höhe und Formzahl, nicht aber die durchschnittliche Stammasse des Bestandes oder der betreffenden Stammklasse zu repräsentieren haben, also nicht Mittelstämme im strengen Sinne des Wortes zu sein brauchen. Nach Aufnahme der Gesamt-Stammgrundfläche muß also unser Bestreben dahin gerichtet sein, durch die Verteilung und Wahl der Modellstämme der mittleren Höhe und Formzahl des Bestandes möglichst nahe zu kommen.

Bezüglich der Verteilung der Modellstämme können diese auf die einzelnen Stärkestufen oder Stärke- (bezw. Höhen-)klassen, wo solche gebildet werden, entweder gleichmäßig oder nach einem bestimmten Verhältnisse verteilt werden; — für die Bestimmung ihres Massengehaltes werden die Modellstämme zumeist gefällt und entweder im ganzen auf ihren Festgehalt bemessen, oder in Sortimente aufgearbeitet und die Masse nach den verschiedenen Sortimentsmassen ermittelt; seltener wird von der Kubierung derselben im Stehenden Gebrauch gemacht.

Der Bestandesaufnahme nach Probestämmen steht die Aufnahme mit Hilfe von Massen- oder Formzahltafeln gegenüber, bei welcher nach Messung der Grundstärken und Höhen entweder die durchschnittlichen Stammmassen der einzelnen Stärkestufen einer Massentafel, oder die Formzahlen derselben einer Formzahltafel entnommen werden.

Liegt hierin eine wesentliche Vereinfachung in der Bestimmung der Masse oder Formzahl des Durchschnittsstammes, so kann anderseits auch die Erhebung des Faktors G in ausgedehnten, gleichmäßigen Beständen dadurch vereinfacht werden, daß die Grundstärkenmessung aller Stämme nicht für den ganzen Bestand, sondern nur für einen Teil desselben (eine speziell abgesteckte Probefläche) erfolgt und man von der Stammgrundfläche dieses Teiles auf jene des ganzen Bestandes

nach dem Verhältnisse der Flächen beider schließt. Es wird also bei allen auf der Messung der Stammstärken, beziehungsweise der Stammgrundflächen, beruhenden Methoden vorerst die Frage zu erledigen sein, ob diese für den ganzen Bestand oder nur auf einer Probefläche desselben stattfinden soll.

Endlich können wir bei der Bestandesaufnahme, ebenso wie bei der Massenermittlung einzelner Stämme, die bloße *Schätzung* an Stelle der Messung treten lassen und uns dabei entweder der bloßen Okularschätzung, oder gewisser Anhaltspunkte aus früheren Erhebungen (Lokalbestandestafeln), oder allgemeiner Erfahrungszahlen über die Masse ganzer Bestände (Ertragstafeln) bedienen. Besonders die letzteren Schätzungen beruhen auf dem Vergleiche des gegebenen Bestandes mit anderen, nach ihrer Masse bereits aufgenommenen Beständen, und werden daher als *Aufnahmen nach Vergleichsgrößen* bezeichnet.

Wir können hienach folgende Uebersicht der Methoden für die Bestandesaufnahme aufstellen:

- I. Bestandesaufnahme durch Messung.
  - A. Aufnahme des ganzen Bestandes.
  - B. Aufnahme nach Probeflächen.
    - 1. mit Probestämmen.
      - a. nach Mittelstämmen.
      - b. nach Stärke oder Höhenklassen.
      - c. nach Stärkestufen
        - ad b und c. Die Anzahl der Modellstämme in den einzelnen Klassen oder Stufen:
          - α) beliebig,
          - β) nach Verhältnis der Stammzahlen.
          - γ) nach Verhältnis der Stammgrundflächen.
    - 2. nach der Bestandesrichthöhe.
    - 3. nach Massen- oder Formzahltafeln.
- II. Bestandes-Schätzung.
  - 1. Stammweise Abschätzung.
    - a. des ganzen Bestandes.
    - b. nach Probeflächen.
  - 2. Okularschätzung der Bestandesmasse.
    - a. nach der Masse pro Hektar
    - b. nach der Gesamtmasse.
  - 3. Schätzung nach Vergleichsgrößen.
    - a. nach Lokalbestandestafeln.
    - b. nach allgemeinen Ertragstafeln.

§ 29. *Wahl zwischen der Aufnahme des ganzen Bestandes oder nach Probeflächen.* Bei der Entscheidung der Frage, ob und in welchen Fällen die Aufnahme nach Probeflächen zulässig oder vielleicht sogar gegenüber der Aufnahme des ganzen Bestandes vorzuziehen sei, sind zu beachten:

1. der Zweck der Aufnahme und der hienach anzustrebende Genauigkeitsgrad,
2. die Größe und Beschaffenheit des Bestandes,
3. in gewissem Sinne auch die Terrainverhältnisse.

ad 1. Nicht alle Holzmassenaufnahmen im Bestande haben den Zweck, die Holzmasse des *ganzen* Bestandes zu bestimmen, sondern es liegt nicht selten hiebei die Absicht vor, die in gewissen Beständen *auf der Flächeneinheit* vorhandene Holzmasse genau kennen zu lernen; so bei allen Massenaufnahmen für Ertragstafeln, dann bei Bestandesaufnahmen, welche zugleich für die Aufstellung von Lokalbestandestafeln, für die Bestimmung der Standortsgüte u. dgl. dienen sollen. Bei solchen Aufnahmen nun, deren Zweck ausschließlich oder vorwaltend in der Ermittelung der Bestandesmasse pro Hektar besteht, ist die Aufnahme nach besonders hiefür ausgewählten und speziell vermessenen Probeflächen vorzuziehen, da ganze Bestände selten die dem Zwecke vollkommen entsprechende Beschaffenheit haben, und auch die Fläche derselben nicht immer in der hiefür erforderlichen Genauigkeit gegeben ist.

Für die Ermittelung der Holzmasse eines ganzen Bestandes bietet selbstverständlich die Erhebung der gesamten Stammgrundfläche desselben eine größere

Genauigkeit als ihre bloß partielle Ermittelung an einer Probefläche, und es ist daher, wenn der Zweck dieser Ermittelung die möglichste Genauigkeit fordert (wie z. B. bei Aufnahmen für den Verkauf), jedenfalls die Auskluppierung des ganzen Bestandes angezeigt.

Im übrigen ist zu erwägen, daß bei allen Massenerhebungen im Bestande nur eine beschränkte Genauigkeit erreichbar ist, indem selbst bei genauester Erhebung des Faktors G die weiteren Faktoren H und F stets nur annähernd (zur wirklichen Durchschnittsgröße HF des Bestandes) erhoben werden können, daß ferner die vollständige Auskluppierung ausgedehnter Bestände, wie solche zumeist für die Zwecke der Betriebseinrichtung in Frage kommt, stets einen sehr bedeutenden Zeitaufwand erfordert, und daß demnach eine nur partielle Aufnahme der Grundflächen namentlich dann gerechtfertigt sein wird, wenn die Verhältnisse die vollständige Aufnahme erschweren und anderseits einen Schluß vom Teil auf das Ganze ohne allzugroßen Fehler ermöglichen.

ad 2. Der Natur der Sache nach kann die Aufnahme nach Probeflächen nur bei Beständen in Frage kommen, welche wenigstens insoweit gleichmäßig sind, daß es möglich ist, sich das durchschnittliche Bild des ganzen Bestandes zu bilden und einzelne Bestandespartien als diesem Durchschnitte entsprechend zu erkennen. Auch wird man Probeflächen nur dann aufnehmen, wenn damit gegen die Aufnahme des ganzen Bestandes wesentlich an Zeit gespart wird, wobei der zum Aufsuchen und Abstecken der Probefläche erforderliche Zeitaufwand in Betracht zu ziehen ist, welcher bei dichtem Bestande oder starkem Unterwuchse bedeutend sein kann. Bei kleineren Beständen würde daher, da auch der Probebestand nicht unter ein gewisses Maß der Fläche herabgehen soll, durch die Aufnahme eines solchen gar kein Vorteil erzielt werden. Ebenso sind sehr lichte Bestände, ganz abgesehen von ihrer Größe, nicht zur Aufnahme nach Probeflächen geeignet, weil die Auszählung solcher an sich weniger Zeit erfordert und anderseits die Probefläche sehr groß genommen werden müßte, um einen ausreichenden Anhalt für den Durchschnitt des ganzen Bestandes zu erhalten.

Es ist demnach in folgenden drei Fällen die Bestandesaufnahme mittelst Probeflächen ganz zu vermeiden:

a. in ungleichmäßigen Beständen mit in den einzelnen Bestandespartien sehr wechselnder Bestockungsdichte oder Stammstärke;
b. bei kleineren Beständen bis zu etwa 1 ½—2 Hektar Größe;
c. in sehr lichten Beständen (Lichtschläge, Oberholz des Mittelwaldes, Altholz des Plenterwaldes etc.).

Dagegen kann, wenn es sich um die Massenaufnahme in jüngeren Beständen oder im Ausschlagwalde mit oft 3000—5000 und mehr Stämmen pro Hektar handelt, von der Auskluppierung größerer Flächen keine Rede sein und werden daher hier stets Probeflächen angewendet, wenn man es nicht vorzieht, die Holzmasse solcher Flächen nach Vergleichsgrößen zu bestimmen.

ad. 3. Die Terrainverhältnisse haben auf die ausgedehntere oder beschränktere Anwendung von Probeflächen insofern Einfluß, als bei günstigen Terrainverhältnissen auch die vollständige Aufnahme vieler und großer Bestände (z. B. aller haubaren und angehend haubaren Bestände eines Reviers für die Betriebseinrichtung) keiner besondern Schwierigkeit unterliegt und daher hier jedenfalls in Frage kommen bann, wogegen bei sehr steilen Lehnen, felsigem oder gerölligem Boden, wie sie im Hochgebirge gleichwohl oft den Standort schöner Bestände bilden, die vollständige Auskluppierung größerer Bestände sehr mühevoll und zeitraubend und

somit im Verhältnis zu der schließlich doch nur in geringerem Maße erreichbaren Genauigkeit auch zu kostspielig sein würde, daher hier die Anwendung von Probeflächen umsomehr berechtigt ist, als gerade in solchen Gebirgsforsten nicht selten ganze Lehnen von hundert und mehr Hektar Ausdehnung mit gleichmäßigen Beständen bestockt sind [1]).

Die Aufnahme nach Probeflächen setzt die Kenntnis der Gesamtfläche des Bestandes voraus, so wie auch die Fläche des Probebestandes selbst erhoben werden muß, um nach dem Verhältnisse dieser beiden Flächen von der auf der Probefläche vorgefundenen Stammgrundfläche beziehungsweise Holzmasse auf jene des ganzen Bestandes zu schließen; in der Regel wird jedoch aus dem Ergebnisse der Probefläche die Masse pro Hektar bestimmt und diese mit der Gesamtfläche des Bestandes multipliziert.

Man hat auch für den Fall, als die Fläche des aufzunehmenden Bestandes nicht bekannt ist, vorgeschlagen, die Gesamtmasse nach dem Verhältnis der Stammzahlen anstatt nach jenem der Flächen (also $M = m \frac{N}{n}$) zu berechnen, zu welchem Zwecke die Stammzahl des ganzen Bestandes N durch Auszählen zu bestimmen und eine bestimmte Anzahl n von Stämmen mit der Kluppe zu messen wäre, wogegen die Messung der Probefläche selbst ganz entfallen kann.

Da jedoch ein sorgfältiges Auszählen des Bestandes, wobei jeder bereits gezählte Stamm zur Kontrolle auch als solcher bezeichnet werden müßte, nahezu ebenso viel Zeit erfordert, als die Auskluppierung, so bietet dieses Verfahren gegen die Aufnahme des ganzen Bestandes wenig Vorteile, daher wir dasselbe auch nicht weiter berücksichtigen werden.

§ 30. Auswahl und Abstecken von Probeflächen [2]). Bei der Aufnahme von Probeflächen kommt die richtige Auswahl derselben, die geeignete Größe und Form und die Art des Absteckens, bezw. der geodätischen Aufnahme der gewählten Fläche, in Betracht.

Die Auswahl jener Probeflächen, welche als Anhalt für die Holzmasse des ganzen Bestandes dienen sollen, ist stets so zu treffen, daß der Bestand der Probefläche (eventuell auch mehrere solcher zusammen) möglichst den ganzen Bestand im kleinen repräsentiert, also als Modell desselben gelten kann. Es ist daher stets notwendig, daß man vor der Auswahl der Probefläche den Bestand durchgehe und sich dessen durchschnittliche Beschaffenheit einpräge. Wenn der Bestand selbst von Wegen, kleinen Gräben u. dgl. vielfach durchschnitten oder von kleinen Blößen unterbrochen ist, dann ist es berechtigt, auch in die Probefläche eine kleine Blöße, ein Stück Weg oder dgl. einzubeziehen, und ist überhaupt die Auswahl allzu gut bestockter Teile und ebenso die Verlegung der Probeflächen an die Bestandesränder zu vermeiden, da letztere in der Regel eine andere Beschaffenheit als das Innere des Bestandes zeigen. Bei der Aufnahme von Probeflächen für Ertragstafeln oder ähnliche Zwecke sind dagegen, ganz abgesehen von der Beschaffenheit des übrigen Bestandes, möglichst vollkommen, aber nicht außergewöhnlich dicht bestockte Teile zu wählen.

---

1) Mitteilungen über die bei der Auskluppierung größerer Bestände erzielbare Leistung, beziehungsweise über den hiezu erforderlichen Zeitaufwand, verdanken wir hauptsächlich Dr. Baur (Holzmeßkunde 3. Auflage S. 372 u. ff.). Hiernach können von einem Taxator mit zwei Gehilfen in einer Stunde je nach Umständen 400 bis 1000, im Mittel etwa 700 Stämme, oder in haubaren Beständen täglich etwa 8 bis 10 Hektar mit der Kluppe gemessen werden, welche Durchschnittszahlen übrigens jedenfalls für nicht allzu ungünstige Terrain- und Bestandesverhältnisse gelten. Immerhin würde, selbst bei Annahme dieser Zahlen, in den großen Hochgebirgsrevieren, in welchen nicht selten die haubaren Bestände allein 1000—1500 Hektar und selbst mehr Fläche einnehmen, die stammweise Aufnahme aller dieser Bestände einen sehr bedeutenden Arbeitsaufwand erfordern.

2) Außer der Bestandesaufnahme nach Probeflächen könnte auch eine solche mittelst Probestreifen oder Probelinien in Betracht kommen; letztere bilden jedoch nur ein Annäherungsverfahren zur Aufnahme der Stammzahlen und Stammgrundflächen und sollen daher im folgenden Paragraphen kurz behandelt werden.

In vielen Fällen wird die Auswahl der Probeflächen dadurch wesentlich erleichtert, daß man mehrere Probeflächen in den verschiedenen Bestandespartien auswählt; so wird man z. B. bei Beständen an hohen Berglehnen, welche in der Regel vom Tale bis zur Höhe eine allmähliche Abnahme der Stammhöhen und Stammstärken erkennen lassen, am besten 2 bis 3 Höhenregionen des Bestandes bilden und in jeder derselben eine geeignete Probefläche wählen; und ähnlich kann man bei sonstigen Unterschieden einer größeren Bestandesabteilung verfahren, indem man sich dieselbe vorübergehend, speziell für den Zweck der Massenaufnahme, in mehrere für sich gleichartige Sektionen zerlegt, die Flächen dieser Sektionen annähernd bestimmt und für jede derselben einen Probebestand auswählt. Nimmt man die Größe der einzelnen Probeflächen in demselben Verhältnisse, als die Größe der durch sie repräsentierten Bestandesteile angeschätzt oder erhoben wurde, so können die Probeflächen zusammen auch als Modell des Bestandes betrachtet und ihre Massenergebnisse einfach addiert werden; im anderen Falle müßte jeder Bestandesteil für sich berechnet werden, und wäre dann die Gesamtmasse

$$M = m_1 \frac{F_1}{f_1} + m_2 \frac{F_2}{f_2} + m_3 \frac{F_3}{f_3},$$

wenn F_1, F_2, F_3 die Flächen der einzelnen Bestandespartien, f_1, f_2, f_3 die Größe der darin aufgenommenen Probeflächen und m_1, m_2, m_3 die darin erhobenen Holzmassen bedeuten.

Die Größe der Probeflächen soll einerseits nicht unter einen gewissen Prozentsatz der Bestandesfläche herabgehen, welcher Prozentsatz bei sehr gleichmäßigen und bei ausgedehnten Beständen kleiner (etwa 3—5 %) sein kann, als bei an sich kleinen und bei weniger gleichmäßigen Beständen; anderseits sollen die Probeflächen überhaupt nicht unter eine gewisse Größe herabgehen, für welche Größe hauptsächlich der Umstand maßgebend ist, daß die Probefläche die Stammstärken und Stammverteilung des Bestandes noch hinlänglich repräsentieren soll, was in der Regel nur bei einer Zahl von mindestens einigen hundert Stämmen der Probefläche anzunehmen ist. Auch würden bei sehr kleinen Probeflächen verhältnismäßig viele Stämme in die Umfangslinie fallen und damit die Erhebung unsicher machen. Demnach wird das zulässige Minimalausmaß einer Probefläche um so größer genommen werden müssen, je ungleichmäßiger der Bestand ist und je weniger Stämme auf gleicher Fläche gegeben sind. In haubaren Beständen soll die Größe einer Probefläche jedenfalls nicht unter 0,5 Hektar herabgehen, in der Regel vielmehr etwa 1 Hektar betragen, wogegen in stammreichen und gleichmäßigen Jungbeständen 0.2, ja selbst 0.1 Hektar ausreichen können. Bei größeren Beständen ist es übrigens fast immer vorzuziehen, mehrere kleinere Probeflächen (von 0.5 bis 1.0 Hektar) in den verschiedenen Bestandespartien anstatt einer großen Bestandesprobe zu wählen, weil man dadurch die doch stets vorhandenen kleineren Bestandesunterschiede und somit auch den Durchschnitt des ganzen Bestandes besser erhält, und zwar ohne wesentlich größeren Zeitaufwand, da das Abstecken und Auskluppieren kleinerer Flächen rascher vor sich geht als bei sehr großen.

Als Form der Probeflächen wird des leichteren Absteckens und der einfachen Berechnung wegen fast immer die Form rechtwinkeliger Figuren, also das Rechteck oder Quadrat gewählt; letzteres hat im Verhältnisse zum Inhalte den geringeren Umfang, daher geringere Wahrscheinlichkeit, daß einzelne Stämme störend in die Umfangslinie fallen, dagegen umfaßt ein längliches Rechteck bei gleicher Fläche mehr Bestandesunterschiede in sich und ist auch in der Regel leichter zu übersehen und auszuzählen als das Quadrat; daher besonders dann, wenn in nicht ganz gleich-

mäßigem Bestande nur e i n e Probefläche aufgenommen wird, die letztere Form in der Regel vorzuziehen ist.

Zum A b s t e c k e n solcher Probeflächen bedient man sich in der Regel einer Kreuzscheibe oder einer Winkeltrommel, womit in einfachster Weise rechte Winkel abgesteckt werden können; für die Messung der Seitenlängen verwendet man am besten gute Meßbänder, von welchen besonders die aufrollbaren 10—20 m langen Stahlbänder gute Dienste leisten. Leinenbänder oder Meßschnüre müssen von Zeit zu Zeit auf ihre Länge geprüft und diese richtiggestellt werden. Bei geneigten Lehnen muß die Messung in horizontaler Richtung entweder durch Staffelmessung (bei sehr starker Neigung besser mittelst Meßlatten und eines Senkels) oder durch Reduktion der schief gemessenen Entfernung mit dem cosinus des Neigungswinkels erfolgen.

Soll eine Probefläche von bestimmter Größe z. B. von ½ Hektar abgesteckt werden, so wählt man sich den ersten Aufstellungspunkt so, daß er nach zwei auf einander senkrechten Richtungen gute Durchsichten durch den Bestand bietet, mißt von da eine der Größe der Fläche angemessene Basis, z. B. 80 m, steckt mittelst des Instrumentes und mittelst Signalstäben oder Fahnen an beiden Enden die auf die Basis winkelrechten Seitenlinien ab, auf welche dann die entsprechende Seitengröße (in unserem Falle 5000 : 80 = 62,5 m) aufgetragen wird. Auch die vierte Seite soll stets zur Kontrolle noch gemessen, bei längeren Linien, welche keine direkte Zusammensicht von den beiden Endpunkten gestatten, auch durch Uebertragung des Instrumentes auf einen dieser Endpunkte der Seitenlinien wieder winkelrecht auf diese abgesteckt werden. Selbstverständlich kann für die Absteckung der Winkel auch ein kleines Bussolen- oder Winkelinstrument, bei kleineren Probeflächen auch Preßlers Meßknecht oder ein ähnliches Tascheninstrument benützt werden. Die Verwendung einer Bussole gewährt beim Abstecken längerer Linien, in welchem Falle häufig einzelne Stämme in die Visur fallen, den Vorteil, daß dann die Linie nach dem in der ersten Aufstellung notierten Stande der Magnetnadel stets korrekt fortgesetzt werden kann.

Bei dichten jüngeren Beständen oder in Altbeständen mit Unterholz erfordert das Durchpikieren der Linien einen größeren Zeitaufwand, es kann daher in solchen Fällen oft das Abgehen von der rechtwinkeligen Form der Probefläche zweckmäßig sein, um gegebene Durchsichten benutzen zu können; auch bei der Aufnahme von Musterbeständen für Ertragstafeln ist es, um den Probebestand dem gegebenen Zwecke vollkommen anpassen zu können, oft geratener, ein beliebiges Polygon als Probefläche abzustecken und mit einem kleinen Winkelinstrumente aufzunehmen. Die Fläche desselben ist dann durch nachträgliches Auftragen in einem nicht zu kleinen Maßstabe (etwa 1 : 1000) oder nach der polygonometrischen Flächenformel zu berechnen.

Fig. 41.

Breymann empfiehlt bei Aufnahme der Probeflächen mit seinem Universal- oder einem anderen Winkelinstrumente zuerst einen Punkt A (Fig. 41) zu wählen, der nach zwei annähernd aufeinander senkrechten Richtungen freie Durchsicht gewährt, dann die Seiten nach B und C in einer der gewünschten Größe der Probefläche entsprechenden Länge aufzutragen und den Winkel bei A zu messen; ebenso von einem zweiten in entsprechender Entfernung gewählten Standpunkte D die Längen BD und CD und den Winkel D zu messen; die Fläche erhält man dann aus der Summe der beiden Dreiecke ABC und BCD

$$f = \tfrac{1}{2} AB \,.\, AC \,.\, \sin A + \tfrac{1}{2} BD \,.\, CD \,.\, \sin D.$$

In allen Fällen ist darauf zu sehen, daß die Umfangslinien der Probefläche nicht unmittelbar an die äußersten zur Probefläche gehörigen Stämme gelegt werden, sondern dieselben sollen stets in die Mitte der beiderseits der Visur befindlichen Stämme gelegt, d. h deren Standseiten im Durchschnitte halbiert werden, da auch die Kronen der betreffenden Randstämme in die Probefläche einzubeziehen sind.

In den Eckpunkten der Probefläche werden für die Dauer der Aufnahme die Signalstangen oder Fahnen belassen, um dieselben leicht aufzufinden; soll die Probefläche auch nach der Aufnahme noch weiter als Vergleichsfläche für andere Bestandesaufnahmen oder als Versuchsfläche zu wiederholter Messung dienen, so müssen die Eckpunkte mit starken, die Nummern der Probefläche tragenden Pflöcken dauernd bezeichnet werden. Auch der Umfang der Probefläche ist sofort nach dem Abstecken derselben zu bezeichnen, damit bei der Aufnahme nicht außerhalb derselben stehende Stämme mit einbezogen werden, was am zweckentsprechendsten durch Bezeichnung aller außerhalb der Fläche zunächst des Umfanges stehenden Stämme durch leichtes Anschalmen mit der Axt, durch ein bestimmtes Zeichen mit dem Baumreißer, mit Kreide oder dergl., und zwar stets in der Richtung gegen die Probefläche zu, erfolgt.

Noch seien schließlich einige Worte über den bei der geodätischen Aufnahme, beziehungsweise der Absteckung der Probeflächen erforderlichen Genauigkeitsgrad beigefügt. Die Entfernung je zweier Stämme (die Standseite) beträgt in haubaren Beständen stets einige Meter; die Verschiebung einzelner Punkte des Umfanges der Probefläche um einen oder selbst mehrere Dezimeter wird daher an der Anzahl der in die Probefläche fallenden Stämme gar nichts ändern und es genügt daher, wenn bei diesen Aufnahmen die Winkel auf etwa 2—5 Minuten, die Längen auf Dezimeter gemessen werden, und es kann ferner, wenn die Kontrollmessung der letzten Linie beim Abstecken von Rechtecken eine Differenz ergibt, eine Berichtigung derselben in dem Falle unterlassen werden, wenn durch die Differenz kein Stamm bezüglich seiner Zugehörigkeit in die Probefläche in Frage gestellt ist. Es ist selbstverständlich, daß innerhalb dieser Genauigkeitsgrenzen die Messung der Winkel und Längen (bei letzteren insbesondere bezüglich der horizontalen Messung) mit aller Sorgfalt ausgeführt werden muß.

§ 31. Aufnahme der Stammzahl und Stammgrundfläche. Die Aufnahme der Stammzahlen und Stammgrundflächen erfolgt für alle Methoden in der Hauptsache in gleicher Weise durch das sogenannte Auskluppieren, d. h. durch die Messung der Grundstärken aller Stämme in einer bestimmten Höhe von 1.3 bis 1.5 m über dem Boden mittelst Kluppen und Eintragung derselben in ein Aufnahmsbuch (Manuale), nur daß dieselbe bei der Aufnahme nach Probeflächen auf eine kleinere Fläche beschränkt wird. Auch bezüglich der weiteren Bestandesaufnahme und der hiefür wählbaren Methoden besteht zwischen der Aufnahme einer Probefläche oder eines ganzen Bestandes kein Unterschied; erstere wird eben als ein kleiner Bestand für sich betrachtet, und es gelten daher die folgenden Ausführungen in gleicher Weise für die Aufnahme von Probeflächen wie für jene ganzer Bestände.

Die Kluppierung des Bestandes soll uns angeben:

1. die Stammzahl,
2. die vorhandenen Stärkestufen und die Verteilung der Stämme in dieselben,
3. die Gesamt-Stammgrundfläche des Bestandes,
4. die Verteilung der Stämme nach Holzarten, wenn mehrere solche vorhanden sind, eventuell auch in verschiedene Höhenstufen.

Es ist daher auch das Aufnahmsbuch dementsprechend einzurichten.

Da es sich hier stets um die Aufnahme einer größeren Anzahl von Stämmen handelt, so ist eine größere Abrundung in der Messung der Durchmesser zulässig als bei der Messung von Einzelstämmen, da sich die Fehler der Abrundung bis auf eine gewisse Differenz ausgleichen werden; ebenso ist hier eine Ausgleichung der Fehler, welche sich durch die Messung nur eines Durchmessers ergeben, bis zu einem gewissen Grade zu erwarten, daher unter Umständen von der Messung mehrerer Durchmesser für jeden Stamm abgesehen werden kann. Man hat sich daher hinsichtlich der Messung der Grundstärken zu entscheiden über den Grad der Abstufung derselben und über die Art der Abrundung (ob diese sowohl nach aufwärts und abwärts oder nur nach abwärts erfolgen soll), dann ob nur einer oder mehrere Durchmesser für jeden Stamm gemessen werden sollen.

Die Größe der zu wählenden Durchmesserabstufung (Stärkestufen) ist abhängig von der Stärke und der Gleichmäßigkeit des Bestandes; für sehr starke Bestände sind selbst Abstufungen von 4—5 cm zulässig [1]), wogegen in schwächeren Beständen auf 1 cm abgestuft werden müßte.

Zumeist pflegt man in haubaren und auch in angehend haubaren Beständen auf 2 cm abzurunden, bei sehr großen Stärkeunterschieden in dem betreffenden Bestande ist jedoch eine größere Abstufung zweckmäßig, da allzuviele Stärkestufen sowohl die Führung des Aufnahmsbuches als auch die Berechnung umständlich machen. Will man für die Massenaufnahme im weiteren Massen- oder Formzahltafeln verwenden, so richtet sich die Abrundung nach der in den betreffenden Tafeln gegebenen Durchmesser-Abstufung.

Die Abrundung auf 1 oder 2 cm kann leicht auch mit dem gewöhnlichen, in Zentimeter geteilten Kluppen-Maßstabe vollzogen werden; für gröbere Abrundungen ist jedoch ein diese Abrundung direkt angebender Maßstab der Kluppe vorzuziehen [2]).

Bei solcher Abrundung wird mit der Kluppe nicht mehr die spezielle Stärke der einzelnen Stämme, sondern nur die Stärkestufe, in welche sie gehören, bestimmt.

Die Abrundung ist stets aus der Mitte, bezw. nach unten und oben, und nicht, wie es hie und da üblich, bloß nach unten vorzunehmen, da selbst bei der Abrundung nach unten und oben die Kreisflächen etwas zu klein erhalten werden. Dr. F. Hempel hat deshalb vorgeschlagen die Abrundung nach dem Mittel der Kreisflächen statt nach jenem der Durchmesser vorzunehmen und die Teilung am Maßstab von Abrundungskluppen darnach einzurichten [3]).

Bei Stämmen von sehr unregelmäßiger Form und starker Borke ist es dagegen, weil hier die Durchmesser meist im Verhältnisse zur Fläche zu groß erhalten werden, angezeigt, stets nach unten abzurunden, ja es kann hier selbst eine Abminderung des einzutragenden Durchmessers gegen die Messung um 1—2 cm unter Umständen berechtigt sein.

In nicht zu starken Beständen mit mehr regelmäßigen Stammformen wird in der Regel die Abnahme eines Durchmessers für jeden Stamm genügen, besonders wenn diese nicht durchgehends in einer Richtung, sondern abwechselnd in verschie-

---

1) Nach den von Baur und Grundner hierüber angestellten Versuchen ist in haubaren Beständen selbst bei einer Abstufung von 4—5 cm die Summe der Kreisflächen noch bis auf 1% mit der genau gemessenen übereinstimmend.

2) Da ein solcher Abrundungsmaßstab für die Auswahl und Messung der Modellstämme nicht benützbar ist, so kann man für diesen Fall auch die eine Seite des Kluppenmaßstabes mit der Abrundungs-, die andere aber mit der gewöhnlichen Zentimeter-Teilung versehen lassen.

3) Vergl. die Abhandlung, „Ueber die Theorie der Abrundungskluppen und eine der Abrundungsfehler ausgleichender Kluppenteilung" Ö. V. f. F. 1909, S. 241.

dener Richtung gemessen werden. Es ist hiebei insbesondere die durch Grundners Untersuchungen [1]) bestätigte Tatsache zu berücksichtigen, daß in windexponierten Beständen die Durchmesser stets in der Richtung des herrschenden Windes größer sind als in der darauf senkrechten Richtung. Es sind also in solchem Falle die Durchmesser entweder abwechselnd in verschiedener Richtung oder auch für jeden Stamm nach beiden Richtungen zu messen. Auch bei sehr starken Stämmen ist die Messung von mindestens zwei Durchmessern stets angezeigt, besonders wenn solche unter sonst schwächeren Stämmen zerstreut sind, weil auch hier eine Ausgleichung der Fehler zwischen stärkeren und schwächeren Stämmen nicht eintritt. Werden alle Stämme eines Bestandes doppelt gemessen, so empfiehlt es sich, stets beide Messungen (anstatt des Mittels) in das Aufnahmsbuch einzutragen; man erhält dann die Stammzahl und die Stammgrundfläche im Manuale doppelt und hat also diese Zahlen durch 2 zu dividieren.

Für die Messung selbst gelten bezüglich des guten Anlegens der Kluppe, der Vermeidung unregelmäßiger Stellen, der Entfernung von Moos und Flechten etc. vor der Messung die bereits in § 13 gegebenen Regeln. Die Ablesung an der Kluppe soll stets erfolgen, so lange dieselbe noch am Stamm anliegt.

Besonders ist auf die Einhaltung der richtigen Meßhöhe von Seite der Kluppenführer zu achten, welchen daher diese Meßhöhe vorher in geeigneter Weise zu fixieren ist.

Bei stark geneigtem Terrain wird diese Meßhöhe, des stärkeren Wurzelanlaufes wegen, in der Regel von der Bergseite aus genommen.

Bei Stämmen, welche sich nahe der Meßstelle in zwei oder mehrere Hauptstämme teilen, ist jeder derselben besonders zu messen.

Da der die Aufnahme durchführende Taxator selbst das Aufnahmsbuch zu führen hat, so muß die Messung der Stämme an Arbeiter oder Forstgehilfen u. dgl. Kräfte übertragen werden, von welchen ein Taxator für gewöhnlich zwei, in lichteren Beständen auch drei zugleich beschäftigen kann. Dabei wird der Bestand streifenweise durchgangen, indem die beiden Kluppenführer, in nicht zu großer Entfernung neben einander postiert, vorausgehen und jeder einen schmalen Streifen von Stämmen messen, während der Taxator ihnen unmittelbar nachfolgt, die ausgerufenen Dimensionen notiert und zugleich die Kluppenführer bezüglich richtigen Anlegens der Kluppe und bezüglich etwaiger grober Fehler in der Durchmesserangabe (nach dem Augenmaße) kontrolliert, ferner auch darauf achtet, daß kein Stamm bei der Messung übergangen wird. Jeder Stamm muß, sobald er gemessen ist, auch, und zwar in der Richtung gegen den noch nicht aufgenommenen Bestand hin, bezeichnet werden, was am besten durch einen kurzen Riß in die Rinde mittelst eines Baumreißers, den jeder Kluppenführer mit sich führt, erfolgt. Größere Bestände werden zuerst mit Benützung vorhandener Wege, Gräben u. dgl. in kleinere Partien zerlegt, um die Uebersicht zu erleichtern. In stark geneigtem Terrain nimmt man am besten die Streifen in horizontaler Richtung u. zw. von unten nach aufwärts angereiht, weil man von oben am besten die bezeichneten Stämme übersieht und auch dann nach Beendigung des Auskluppierens die Auswahl der Modellstämme, oder Messung der Stamm- oder Richthöhen leichter vornimmt.

Die Einrichtung des Aufnahmsbuches, für welches man bei größeren Aufnahmen ein gedrucktes Formular verwendet, ist aus nachstehendem Muster zu ersehen.

Die Durchmesser werden vor der Messung nach den im Bestande ersichtlichen Grenzen der Grundstärken und der gewählten Abstufung eingetragen und dabei

1) Untersuchungen über die Querflächen-Ermittelung der Holzbestände. Berlin 1882.

Muster 1.

Forstbezirk:				Abteilung:		
Durchmesser bei 1.3 m cm	Holzart (oder Höhenklasse)	Stammzahl	Kreisfläche m^2	Holzart (oder Höhenklasse)	Stammzahl	Kreisfläche m^2
20	//// //// //// //// //// / //// //// //// ////	46	1.445			
22	//// //// //// //// //// //// //// //// //// ////	50	1.901			
24	//// //// //// /// //// ////	28	1.267			
26	//// //// //// //// //// // //// //// //// ////	47	2.495			
28	//// //// //// //// //// //// //// //// //// //// //// //// //// ////	69	4.249			

usw.

für die am meisten vorkommenden mittleren Stärkestufen der erforderliche größere Raum gelassen; bei der Messung wird jeder gemessene Stamm in der betreffenden Stärkestufe mit einem Striche oder Punkte notiert, deren je 10 oder 20 in eines der vorgedruckten Quadrate kommen, um die Abzählung zu erleichtern [1]). Die Zahl der Striche oder Punkte bei jeder Stärkestufe gibt nach Beendigung der Messung deren Stammzahl und die Summe dieser Stammzahlen die Gesamt-Stammzahl des ganzen Bestandes.

Sind n_1, n_2, n_3 . . . die Stammzahlen der einzelnen Stärkestufen, g_1, g_2, g_3 . . . die den betreffenden Durchmessern entsprechenden Kreisflächen, so ist die Gesamt-Stammgrundfläche $G = g_1 n_1 + g_2 n_2 + g_2 n_3 + \ldots$ Die Produkte $g_1 n_1$, $g_2 n_2$ etc. können aus einer Tafel der vielfachen Kreisflächen entnommen und kann die Stammgrundfläche des Bestandes demnach einfach durch Summierung dieser Zahlen erhalten werden.

Sind in dem Bestande mehrere Holzarten vertreten, so sind diese, da sie auch für sich besonderer Modellstämme bedürfen, getrennt aufzunehmen, und ist in diesem Falle das Aufnahmsbuch, wie Muster 1 zeigt, in mehrere Abteilungen für die Holzarten zu trennen, für welche dann auch die Stammzahlen und Kreisflächen getrennt berechnet werden. Einzelne Stämme einer andern Holzart werden nicht gesondert aufgenommen, sondern jener Holzart zugerechnet, mit welcher sie an Höhe und Form am meisten übereinstimmen.

Aehnlich ist der Vorgang, wenn mehrere Höhenklassen unterschieden werden sollen, in welchem Falle es Aufgabe des Taxators ist, zuerst die Höhenklassen, welche gebildet werden sollen (meist 2—3), zu fixieren und dann während des Auskluppierens jeden Stamm bezüglich der Höhenklasse, in welche er gehört, einzuschätzen und dann denselben bei der betreffenden Höhenklasse und Stärkestufe zu notieren.

Als ein Annäherungsverfahren zur Ermittelung der Stammgrundfläche eines Bestandes haben wir schon früher die Aufnahme von Probestreifen und Probelinien erwähnt. Probestreifen werden in einer Breite von etwa 10 bis höchstens 20 m durch die ganze Länge

1) Die Bezeichnung mit Punkten beansprucht allerdings den geringsten Raum, doch werden bei regnerischer Witterung die Bleistiftpunkte leicht unkenntlich und ziehen wir daher die Notierung der Stämme nach der im obigen Muster ersichtlichen Weise vor.

oder Breite eines Bestandes gelegt. Die eine Längsseite wird mit Benützung von Durchsichten streckenweise in annähernd gerader Richtung abgesteckt und gemessen, von dieser die Breite am Anfang und Ende jeder Strecke, nach Erfordernis auch in Zwischenpunkten, rechtwinkelig abgemessen und darnach auch die zweite Längsseite mit Stäben oder Stangen bezeichnet; sodann werden die Durchmesser sämtlicher Stämme innerhalb des Streifens gemessen und notiert. Die Gesamtlänge × Breite des Probestreifens ergibt dessen Flächeninhalt und es werden sodann Stammzahl und Stammgrundfläche pro Hektar oder für den ganzen Bestand in gleicher Weise wie bei einer Probefläche berechnet. Die Aufnahme von Probestreifen bietet den Vorteil der einfachen Absteckung ohne Verwendung von Instrumenten, nur mit Zuhilfenahme eines Meßbandes, und der Erstreckung der Probe über einen größeren Teil des Bestandes, als dies bei nur *einer* Probefläche möglich ist, dagegen ist die geodätische Festlegung und Berechnung weniger genau als dort, und werden zumeist mehr oder weniger Stämme, welche in die zweite Längsseite fallen, bezüglich ihrer Zugehörigkeit zum Probestreifen unsicher sein. Bei Beständen mit stark wechselnder Bestockung, insbesondere im Plenterwalde, kann übrigens die Aufnahme von Probestreifen gegenüber jener von Probeflächen sogar vorzuziehen sein.

Das zuerst von *König*, dann auch von *Preßler* empfohlene Aufnahmsverfahren nach *Abstandszahlen*, d. h. dem Verhältnis der durchschnittlichen Stammentfernung zum mittleren Durchmesser eines Probestreifens, steht gegen den oben angegebenen Vorgang bei der Aufnahme eines solchen an Genauigkeit entschieden zurück und soll also auf dasselbe hier nicht näher eingegangen werden. Auch die von Forstdirektor *Bretschneider* angegebene Bestandesaufnahme nach *Probelinien*, bei welcher in annähernd gerader Richtung diagonal durch den Bestand die Entfernungen und die Durchmesser aller in der Richtung liegenden Stämme gemessen und daraus Stammzahl und Stammgrundfläche berechnet werden, gibt nur unsichere Resultate und kann daher nur als ein Behelf zur Bestandesschätzung betrachtet werden. Dagegen verdient das von Oberforstrat *Zetsche* eingeführte Verfahren nach *Probekreisen*, insbesondere bei Aufnahme von stammreicheren, schwächeren Beständen Beachtung. Es besteht darin, daß in Entfernungen von je etwa 30 bis 50 Schritt mittels eines Stabes vom Taxator kleine Kreisflächen von etwa 50 m² beschrieben und alle in diese Kreise fallenden Stämme gezählt und gemessen werden. Alle diese Kreisflächen ergeben sodann in ihrer Summe eine über den ganzen Bestand zerstreute größere Probefläche und erfolgt die Berechnung der Stammzahlen und Stammgrundflächen ebenso wie dort.

§ 32. *Die Bestandesverhältnisse im allgemeinen.* Für die Wahl und Anwendbarkeit der einzelnen Verfahren der Bestandesaufnahme ist nebst dem Zwecke der Aufnahme und dem geforderten Genauigkeitsgrade hauptsächlich die Beschaffenheit des Bestandes entscheidend; insbesondere ist dies auch hinsichtlich der Frage der Fall, ob ein Bestand nach Mittelstämmen, nach Stärke- oder nach Höhenklassen oder auch nach Stärke- *und* Höhenklassen, oder endlich nach den einzelnen Stärkestufen aufgenommen werden soll. Es wird daher am Platze sein, wenn wir hier eine kurze Charakteristik der Bestandesverhältnisse, wie selbe im allgemeinen vorliegen, vorausschicken.

Im allgemeinen sind in unseren Beständen die Grundstärken, Höhen und Formzahlen an den einzelnen Stämmen mannigfach, und zwar in größerem oder geringerem Maße, verschieden; dabei weisen aber stets die Grundstärken (und noch mehr die Grundflächen) relativ die größte Verschiedenheit auf, während die Höhen und Formzahlen in verhältnismäßig viel engeren Grenzen schwanken als diese.

In scheinbar ziemlich gleichmäßigen haubaren Beständen schwanken die Grundstärken der Stämme nicht selten zwischen 20 und 40 cm, in älteren und ungleichmäßigeren sogar zwischen 20 und 60 cm, also im Verhältnisse 1 : 2 bis 1 : 3 (für die Grundflächen im Verhältnisse 1 : 4 bis 1 : 9); die Höhe wird in dem gleichen Bestande im äußersten Falle etwa zwischen 25 und 35 m, also im Verhältnisse 1 : 1.4, in regelmäßig durchforsteten Beständen aber in der Regel nur im Verhältnisse 1 : 1.2 und die Formzahl selten um mehr als 10 Prozent (etwa zwischen 0.45 und 0.50), also im Verhältnisse 1 : 1.1 schwanken.

Dieses Verhalten ist insofern von Bedeutung, als — vorausgesetzt, daß eine gewisse Abhängigkeit der Höhen und Formzahlen von der Grundstärke besteht — bei entsprechender Eingrenzung der Unterschiede im Durchmesser, beziehungsweise der Stammgrundflächen (z. B. durch Bildung von Stärkeklassen) die Höhen und Formzahlen innerhalb dieser Klassen als nahezu konstant betrachtet werden können. Wir wollen daher auch das Verhalten der Grundstärken, Höhen und Formzahlen zu einander im Bestande kurz in Betracht ziehen.

In regelmäßigen Beständen steigt, im Durchschnitte der betreffenden Stammklassen genommen, die Höhe der Stämme mit deren Grundstärke an, es sind also die stärksten Stammklassen auch die höchsten, die geringsten auch zugleich die niedersten, und es kann also hier die Höhe als eine Funktion der Grundstärke [$h = \varphi(d)$] genommen werden. Für den einzelnen Stamm erleidet diese Regel allerdings zahlreiche Ausnahmen, und finden wir nicht selten die stärksten Stämme niederer als jene der mittleren Stammklassen, ebenso ist in sehr ungleichalterigen und unregelmäßigen Beständen (z. B. in Plenterbeständen) wegen der hier vielfach verschiedenen Entwicklungsbedingungen für die einzelnen Stämme oder Stammgruppen die obige Regel nicht mehr zutreffend, sondern es sind hier die Höhen oft ohne Uebereinstimmung mit den Grundstärken wechselnd. Im Gegensatze hiezu finden wir in sehr gleichmäßig erwachsenen Beständen nicht selten die Höhenunterschiede so gering, daß die Höhe für den ganzen Bestand als konstant angesehen werden kann.

Den besten Beleg für die oben aufgestellte Regel sowie für die Ausnahmen von derselben bieten die zahlreichen (bei 400) Probeaufnahmen, welche Weises Ertragstafeln für die Kiefer zugrunde liegen, und deren Stämme durchgehends in fünf Stärkeklassen mit je gleichen Stammzahlen getrennt wurden. Die Zusammenstellung aller Probebestände in Altersstufen von 5 zu 5 Jahren (a. a. O. S. 36) ergibt durchwegs ein Ansteigen der Höhe in den stärkeren Stammklassen u. zw. im Durchschnitte aller Bestände von der Stärkeklasse I bis V im Verhältnisse 100 : 107 : 111 : 114 : 118; eine Durchsicht der einzelnen Bestandesaufnahmen (S. 16—33 a. a. O.) ergibt jedoch zahlreiche Fälle, wo die Modellstämme der Mittelklassen höher sind als jene der stärksten, oder auch mehrere Stammklassen nahezu die gleiche Höhe besitzen.

Die Formzahl kann, da die Formausbildung der Stämme von denselben Verhältnissen bedingt ist, welche die Entwicklung der Grundstärke und Höhe und insbesondere das Verhältnis $h : d$ beeinflussen, als eine Funktion der Grundstärke und Höhe [$f = \varphi(d, h)$] betrachtet und müßte demnach auch in Stammklassen von gleicher Grundstärke und Höhe als annähernd gleich angenommen werden; im einzelnen werden jedoch wieder um so größere Schwankungen zu konstatieren sein, je verschiedener die Entwicklung der einzelnen Stämme von Jugend auf in dem betreffenden Bestande war, und es finden sich selbst in gleichmäßigen Beständen bei Modellstämmen von gleicher Grundstärke und Höhe nicht selten Unterschiede in der Formzahl von 4—6, ja selbst bis zu 10 Prozent.

Es wird demnach für die Auswahl und Anwendung der verschiedenen Aufnahmsmethoden hauptsächlich darauf ankommen, zu beurteilen, inwieweit eine solche gesetzmäßige Abhängigkeit zwischen Grundstärken, Höhen und Formzahlen in den einzelnen Stammklassen des Bestandes besteht, und werden wir auf die verschiedenen, in dieser Richtung in Betracht kommenden Fälle in den folgenden Paragraphen näher eingehen.

Von Bedeutung für die richtige Beurteilung der Bestandesverhältnisse, insbesondere bei der Bildung von Stärkeklassen, ist auch die Verteilung der Stämme eines Bestandes in die einzelnen Stärkestufen, welche am besten in Prozenten der Gesamtstammzahl zum Ausdruck gebracht wird. Die beiden Figuren 42, 43 (Seite 228) stellen diese Verteilung für normal durchforstete Bestände der Fichte und Kiefer und zwar bei einer Stärke des Mittelstammes von 15, 25 und 35 cm bei der Fichte und von 15, 20, 30 und 40 cm bei der Kiefer dar. Es ist daraus ersichtlich, daß im normalen Bestande stets die mittleren Stärkestufen die größten Stammzahlen aufweisen, und diese nach den geringsten und stärksten noch vorkommenden Durchmesserstufen hin abnehmen, und zwar nach den geringeren Stufen zu rascher bei den lichtbedürftigeren Holzarten (Kiefer) als bei den minder lichtbedürftigen, ferner daß die größte Stammzahl nicht mit der Stärke des Mittelstammes zusammenfällt, sondern vor dieser Stärkestufe gelegen ist. Aus diesen Untersuchungen ergibt

sich weiters, daß bei der Fichte im allgemeinen 60% der Stämme unter dem Mittelstamm und 40% über demselben liegen, welches Verhältnis schon früher durch Oberforstmeister Prof. Weise festgestellt worden ist, wogegen bei der Kiefer dieses Verhältnis im allgemeinen etwa mit 55% der Stämme unter und 45% über dem Mittelstamm angenommen werden kann.

Fig. 42 und 43.

Als Mittelstamm ist hiebei stets derjenige angenommen, welchem die arithmetisch mittlere Grundfläche aller Stämme zukommt. Der ideale Mittelstamm eines Bestandes soll nämlich nicht nur die durchschnittliche Holzmasse aller Stämme (nach der schon früher aufgestellten Bedingung $m=\frac{M}{N}$), sondern auch die mittlere Höhe und Formzahl des Bestandes repräsentieren; daraus ergibt sich aber für die Stammgrundfläche dieses Mittelstammes, wenn H und F die mittlere Höhe und Formzahl des Bestandes und h, f jene des Mittelstammes bedeuten, da $M=GHF$ und $m=ghf$, somit auch $ghf=\frac{GHF}{n}$ ist, und $hf=HF$ angenommen wird,

$$g=\frac{G}{N}=\frac{g_1n_1+g_2n_2+\ldots\ldots g_nn_n}{N} \ldots\ldots (1.)$$

d. h. die arithmetisch mittlere Grundfläche [1]).

Für die mittlere Formhöhe (HF) des Bestandes erhalten wir, da

$$M=GHF,\ HF=\frac{M}{G}=\frac{g_1h_1f_1+g_2h_2f_2+\ldots\ldots g_nh_nf_n}{G} \ldots\ldots (2.)$$

Die mittlere Bestandeshöhe und -Formzahl stehen in einer Wechselbeziehung zu einander, insofern mit der Annahme eines bestimmten Wertes für H auch F gegeben ist und umgekehrt, da stets $HF=\frac{M}{G}$ sein muß. Analog der obigen Ableitung für HF würden wir für die mittlere Bestandeshöhe erhalten:

$$H=\frac{g_1h_1f_1+g_2h_2f_2+\ldots\ldots g_nh_nf_n}{GF} \ldots\ldots (3.),$$

und ebenso für die mittlere Bestandesformzahl die Gleichung:

$$F=\frac{g_1h_1f_1+g_2h_2f_2+\ldots\ldots g_nh_nf_n}{GH} \ldots\ldots (4.);$$

1) Prof. Dr. Kunze hat unter Voraussetzung einer bestimmten Abhängigkeit der Höhe von der Grundstärke für die Berechnung der Grundfläche des Mittelstammes die Formel aufgestellt $g=\sqrt{\frac{g_1^2n_1+g_2^2n_2+\ldots\ldots g_n^2n_n}{N}}$, welche Formel stets einen etwas größeren Durchmesser für den Mittelstamm ergibt als die obige.

diese Gleichungen sind aber für die Berechnung unbrauchbar, weil sie die Erhebung einer Anzahl von Formzahlen und zugleich bereits die Kenntnis der mittleren Bestandeshöhe oder -formzahl voraussetzen. Unter der berechtigten Voraussetzung, daß die mittlere Bestandesformzahl diejenige ist, welche, wenn sie in allen Stärkestufen die gleiche wäre, bei gleichen Grundflächen und Höhen dieselbe Holzmasse ergeben würde (also $f_1 = f_2 = \ldots\ldots f_n = F$) und ebenso bezüglich der mittleren Bestandeshöhe $H = h_1 = h_2 \ldots\ldots$, erhalten wir aus den Gleichungen 3 und 4 für die mittlere Bestandeshöhe und -formzahl die Ausdrücke:

$$H = \frac{g_1 h_1 + g_2 h_2 + \ldots\ldots g_n h_n}{G} \ldots\ldots (5.)$$

und

$$F = \frac{g_1 f_1 + g_2 f_2 + \ldots\ldots g_n f_n}{G} \ldots\ldots (6.)$$ [1].

Die mittlere Bestandesformzahl wird man jedoch, wenn die mittlere Höhe nach der Gleichung (5) ermittelt ist, stets einfacher aus $F = \frac{M}{GH}$ berechnen.

Wenn man in gleicher Weise, wie dies in Fig. 42, 43 bezüglich der Prozente der Stammzahlen geschah, zu den als Abszissen aufgetragenen Durchmesserstufen die zugehörigen Höhen und Holzmassen der Stämme für die einzelnen Durchmesserstufen als Ordinaten aufträgt, so erhält man die dem betreffenden Bestande zukommenden Höhen- und Massenkurven (vgl. Fig. 44). Dieselben geben ein Bild der mit den zunehmenden Grundstärken ansteigenden Höhen und Holzmassen der betreffenden Stammklassen und gestatten die Bestimmung der Höhe oder Holzmasse für beliebige Stärkestufen im Wege der graphischen Interpolation. Von dieser sehr empfehlenswerten Ausgleichung und Interpolation aus einer Anzahl gemessener Höhen oder Holzmassen wird bezüglich ersterer zumeist bei der Aufnahme der Bestandesmasse nach Massentafeln, bezüglich der Holzmassen aber bei dem zuerst von Forstrat Kopezky [2]) angegebenen, dann von Professor Dr. Speidel [3]) weiter ausgebildeten Massenkurven-Verfahren Anwendung gemacht, auf welche beiden Verfahren wir noch später zurückkommen. Forstrat Kopezky hat nun in weiterer Ausbildung der an sich fruchtbaren Idee der Benützung der Massenkurve die weitere, für den Einblick in die Bestandesverhältnisse und für deren prak-

Fig. 44.

1) Vergl. Gehrhardt, „Die theoretische und praktische Bedeutung des arithmetischen Mittelstammes" (Meiningen 1901) Seite 8.

2) Siehe Zentralblatt f. d. g. Forstwesen 1891 Seite 303, 1895 S. 511 und 1899 S. 471.

3) Beiträge zu den Wachstumsgesetzen des Hochwaldes. Tübingen 1893.

tische Anwendung bedeutsame Entdeckung gemacht, daß die nach Grundflächenstufen (anstatt nach Durchmesserstufen) aufgetragenen Holzmassen, sowie auch die Produkte gh und gf der betreffenden Stämme arithmetische Reihen erster Ordnung, somit graphisch durch eine gerade Linie darstellbar sind. Damit ist nicht nur eine größere Sicherheit in der Feststellung der Massenlinie, sondern auch die Möglichkeit einer genauen Berechnung der den Stämmen irgend einer Stärkestufe zukommenden Holzmasse gegeben.

Forstrat Kopezky empfiehlt daher auch, um von diesem Gesetze direkt Anwendung machen zu können, die Bestandesaufnahme nicht nach Durchmesserstufen, sondern nach Flächestufen auszuführen, zu welchem Zwecke die Kluppen eine nach Flächestufen ausgeführte Einteilung erhalten müßten.

§ 33. Bestandesaufnahme nach Mittelstämmen. Bei dem bisher üblichen, von Huber schon im Jahre 1824 und später auch von Karl Heyer empfohlenen Verfahren der Bestandesaufnahme nach Mittelstämmen wird angenommen, daß der Mittelstamm auch die mittlere Höhe und Formzahl des Bestandes repräsentiere, d. h. daß er die im vorigen Paragraph erwähnte Bedingung des idealen Mittelstammes, hf=HF, tatsächlich erfülle. Unter dieser Voraussetzung haben wir als die diesem Mittelstamm zukommende Grundfläche erhalten:

$$g = \frac{G}{N} = \frac{g_1 n_1 + g_2 n_2 + \ldots . . g_n n_n}{N},$$

es ist also der Mittelstamm in diesem Sinne derjenige, dem die arithmetisch mittlere Grundfläche aller Stämme zukommt, und man erhält dessen Grundstärke d, indem man die Stammgrundfläche des Bestandes (bezw. der Probefläche) durch die Gesamt-Stammzahl dividiert und zu dem so gefundenen g den zugehörigen Durchmesser einer Kreistafel entnimmt.

Es würde sich daraus das höchst einfache Verfahren ableiten, daß man im Bestande einen Stamm der obigen mittleren Grundfläche aufsucht, diesen genau kubiert und dessen Kubikinhalt mit der Stammzahl multipliziert, um die Holzmasse des Bestandes zu erhalten. Aber selbst, wenn die Voraussetzung zutrifft, daß im allgemeinen der Grundflächen-Mittelstamm zugleich der Massen-Mittelstamm ist, so würde bei den selbst in scheinbar gleichmäßigen Beständen zu beobachtenden Schwankungen in der Höhe und Formzahl der Stämme derselben Stärkestufe es nicht genügen, nur einen Mittelstamm zu wählen und der Massenberechnung zugrunde zu legen; es wird vielmehr durch die Aufnahme mehrerer solcher Stämme eine Ausgleichung dieser Schwankungen angestrebt werden müssen. Bei sorgfältiger Auswahl werden übrigens 3—4 Modellstämme genügen, um eine richtige Durchschnittszahl für die Höhe und Formzahl des ganzen Bestandes zu erhalten.

Für die Berechnung der Gesamtmassen nach der Formel M=mN müßte als m das arithmetische Mittel des an den Modellstämmen erhobenen Kubikinhaltes in Rechnung genommen werden; es ist daher diese Berechnung nicht einfacher als jene nach der Formel $M = m \frac{G}{g}$ (wobei als g die Summe der genau erhobenen Grundflächen aller Modellstämme und als m die Summe ihrer Kubikinhalte zu nehmen ist) und letztere daher in der Regel schon deshalb vorzuziehen, weil sie in der Auswahl der Modellstämme mehr Spielraum gewährt, als erstere, indem hier nicht strenge Mittelstämme erforderlich sind, und daher das Augenmerk mehr auf die entsprechende Höhe und Formausbildung der Modellstämme als auf deren genau richtige Grundstärke gerichtet werden kann.

Der Vorgang bei der Bestandesaufnahme nach Mittelstämmen ist demnach kurz folgender: Auskluppierung des Bestandes meist in Abstufung von 2 zu 2 cm; Aussetzen der Stammzahlen aller Stärkestufen und Aufsuchen ihrer Kreisflächen in einer Tafel; Bestimmung von N und G durch Summierung dieser Zahlen, dann des g aus $\frac{G}{N}$; Aufsuchen mehrerer Modellstämme von der diesem g entsprechenden Grundstärke, Fällung und Kubierung derselben [1]); Berechnung der Gesamtmasse aus $M = mN$ oder $M = m\frac{G}{g}$.

Die Anwendbarkeit dieses Verfahrens hängt offenbar davon ab, inwieweit zunächst allgemein, dann auch im einzeln gegebenen Falle die Voraussetzung als gegeben angenommen werden kann, daß der Grundflächen-Mittelstamm auch wirklich ein Mittelstamm der Masse ist, also der Forderung $hf = HF$ entspricht. Ueber die Bedingungen, unter welchen dies zutrifft, sind bereits verschiedene Untersuchungen, insbesondere von G. Heyer [2]) angestellt worden. Es ist naheliegend, daß diese Bedingung um so eher erfüllt sein wird, je gleichmäßiger der Bestand ist, je geringere Schwankungen in den Grundstärken und Höhen gegeben sind und je mehr die Höhen- und Formzahlen im gleichen Sinne mit den Grundstärken zu- oder abnehmen. Wären die Höhen und Formzahlen aller Stärkestufen oder auch nur die Produkte derselben einander gleich, also $h_1f_1 = h_2f_2 = \ldots\ldots = HF$, so folgt daraus von selbst, daß dann der Mittelstamm im obigen Sinne auch die richtige Bestandesmasse ergibt, da dann $GHF = g_1n_1h_1f_1 + g_2n_2h_2f_2 + \ldots + g_nn_nh_nf_n = M$ ist. Diese Voraussetzung ist jedoch für ganze Bestände im allgemeinen nicht zutreffend und könnte nur für ziemlich nahe liegende Durchmesserstufen als annähernd gegeben angenommen werden. G. Heyer hat auf Grund seiner vorgenommenen Untersuchungen nachgewiesen, daß der Grundflächen-Mittelstamm dann zugleich der wahre Massenmittelstamm sei, wenn die Beziehung $hf = HF - c + \frac{G}{g} c$ besteht, worin c eine für jeden Bestand durch besondere Untersuchung zu bestimmende Größe darstellt. Diese Lehre Heyers hat später durch die Untersuchungen Kopezkys, Speidels und Gehrhardts über die Massenkurve oder richtiger die Massenlinie, eine bedeutsame Stütze erhalten, indem insbesondere letzterer [3]) — zunächst für den Hauptbestand gleichaltriger und annähernd gleichmäßiger Bestände — den Nachweis erbrachte, daß jene von Heyer aufgestellte Beziehung tatsächlich bestehe, und daß der Grundflächen-Mittelstamm zugleich die wahre mittlere Bestandeshöhe und somit auch die mittlere Bestandesformzahl aufweise. Doch ist dieses Verfahren mit dem vorbeschriebenen, bisher üblichen, keineswegs identisch, da die Holzmasse irgend eines oder auch einiger, dem Bestande entnommener Mittelstämme mit der aus der Massenkurve abgeleiteten Masse des idealen Mittelstammes nicht immer übereinstimmen wird; auch erfordert die sichere Feststellung der Massenkurve die Aufnahme einer größeren Zahl von Probestämmen verschiedener Durchmesserstufen, wogegen bei dem bisherigen Verfahren grundsätzlich nur Mittelstämme als Modellstämme verwendet wurden.

§ 34. **Bestandesaufnahme nach Stärke- oder Höhenklassen.** Nach unserer in § 28 gegebenen Auffassung, daß unter Anwendung der Formel $M = m\frac{G}{g}$ für die Berechnung der Holzmasse des Bestandes oder einer Stammgruppe aus jener der Probestämme — durch die letzteren die mittlere Höhe und Formzahl des Bestandes oder der betreffenden Stammgruppe erhalten werden soll, hat die Bildung von Stärke- und Höhenklassen hauptsächlich den Zweck, solche Stammgruppen im Bestande zu bilden, innerhalb welcher die Auswahl richtiger Repräsentanten für die durchschnittliche Höhe und Formausbildung erleichtert, beziehungsweise jenen Bedingungen entsprochen wird, unter welchen die gewählten Modellstämme als Mittelstämme ihrer Gruppe hinsichtlich der Höhe und Formzahl angesehen werden können. Da diese Bedingung nach unseren früheren Ausführungen am ehesten beim Grundflächen-Mittelstamm gegeben ist, so wird man auch für die einzelnen Klassen Modellstämme entnehmen, welche wenigstens annähernd der arithmetisch mittleren Grundfläche derselben entsprechen; es ist auch dieses Ver-

---

1) Ueber die Auswahl und Kubierung der Modellstämme siehe § 35.
2) Ermittlung der Masse, des Alters und des Zuwachses der Holzbestände. Dessau 1852.
3) Gehrhardt, a. a. O., Seite 27, 28.

fahren ein solches nach Mittelstämmen, nur daß nicht solche des ganzen Bestandes, sondern Klassenmittelstämme für die Massenberechnung benützt werden.

Von den zahlreichen Fällen, welche hinsichtlich der gegenseitigen Beziehungen der Grundstärken, Höhen und Formzahlen im allgemeinen aufgestellt werden können [1]), haben für die Praxis der Bestandesaufnahme nur jene eine Bedeutung, welche nach unserer Kenntnis der Bestandesverhältnisse im allgemeinen als in einzelnen Beständen möglicherweise gegeben betrachtet werden können.

Nach unseren Ausführungen in § 32 ist in gleichalterigen und mehr regelmäßigen Beständen die Höhe als eine Funktion der Grundstärke und die Formzahl als eine solche der Grundstärke und Höhe (bei geringerem Unterschiede der Grundstärken auch als eine solche der Höhe allein) zu betrachten, wogegen in sehr ungleichaltrigen und unregelmäßigen Beständen die Höhen und Formzahlen zumeist als von der Grundstärke unabhängig verschieden anzunehmen sind; ferner werden in ersterem Falle die Höhen und Formzahlen innerhalb kleinerer Durchmesserabstufungen (Stärkeklassen oder Stärkestufen) als nahezu konstant angenommen werden können. Wie wir bereits im vorigen Paragraphen nachgewiesen, gelten in diesem letzteren Falle die Beziehungen $g = \frac{G}{N}$ und $M = mN$ oder $M = m\frac{G}{g}$, d. h. der Grundflächen-Mittelstamm ist ein richtiger Massenmittelstamm.

Es kann demnach durch Bildung von Stärkeklassen oder Aufnahme nach Stärkestufen die Bedingung einer richtigen Massenermittlung aus dem Mittelstamm für die betreffende Stammgruppe stets hergestellt werden, wenn die Höhen- und Formzahlen als von der Grundstärke gesetzmäßig abhängig betrachtet werden können. Sind die Höhen unregelmäßig verschieden, die Formzahlen aber als hauptsächlich von der Höhe abhängig zu betrachten, so genügt die Bildung von Höhenklassen, um wieder die Bedingung jenes einfachsten Falles herzustellen; sind aber bei gleichzeitig größeren Unterschieden der Grundstärke die Höhen und Formzahlen unregelmäßig verschieden, so ist die sichere Bestimmung eines Modellstammes selbst innerhalb einzelner Stärke- und Höhenklassen nicht möglich; es müssen vielmehr Stärke- und Höhenklassen gebildet und müßte der in diesen Klassen noch bestehenden Schwankung der Formzahlen durch die Auswahl mehrerer Modellstämme Rechnung getragen werden.

Die Bildung von Formklassen d. h. von Stammgruppen mit annähernd gleicher Formzahl ist, da die Formzahlen nicht gemessen, und auch nicht leicht wie die Höhen nach Klassen eingeschätzt werden können, praktisch unausführbar; es kann daher die Wahrscheinlichkeit der Erlangung der richtigen mittleren Formzahl selbst bei scheinbar gleichmäßigen Beständen nur durch eine größere Zahl von Modellstämmen und sorgfältige Auswahl derselben erzielt werden. Dabei ist nicht nötig, in jeder Stärke- oder Höhenklasse eine große Anzahl solcher zu entnehmen, wenn bei der Verteilung derselben auf die Möglichkeit einer Fehlerausgleichung zwischen den einzelnen Klassen Rücksicht genommen wird.

Es wird daher je nach den gegebenen Bestandesverhältnissen zu beurteilen sein, ob im einzelnen Falle Stärke- oder Höhenklassen oder auch beide zugleich gebildet werden sollen, oder ob die Aufnahme nach Bestandes-Mittelstämmen genügt.

Die Bildung von Stärkeklassen liegt dabei schon des größeren Unterschiedes der Grundstärken wegen am nächsten und ist auch, da durch die Auskluppierung alle Stärkestufen mit ihrer Stammzahl vorliegen, ohne alle Umständlichkeit

1) Siehe bei G. Heyer; Ermittelung der Masse etc. der Holzbestände, dann in der 1. Auflage dieser Schrift, Seite 162, 163.

ausführbar; dabei können bei nicht zu weiten Grenzen der in eine Klasse vereinigten Durchmesser die Höhen- und Formzahlen bereits (abgesehen von den individuellen Schwankungen) als nahezu konstant angenommen und demnach die einzelnen Stärkeklassen nach ihren Mittelstämmen aufgenommen werden. In der Tat werden auch bei entsprechender Bildung der Stärkeklassen die Höhen und Formzahlen innerhalb einer solchen in der Regel nicht mehr schwanken, als dies auch bei den Stämmen der einzelnen Stärkestufen der Fall ist. In den meisten Fällen werden nach unseren früheren Ausführungen mit der Bildung von Stärkeklassen auch zugleich in der Hauptsache die Höhenklassen gebildet sein; nur in sehr unregelmäßig erwachsenen Beständen wird, wenn die Höhen auch in den einzelnen Stärkeklassen noch beträchtlich verschieden sind, die Ausscheidung von Höhenklassen notwendig sein.

Bei der Bildung der Stärkeklassen kann von drei verschiedenen Gesichtspunkten ausgegangen werden, indem man dieselben bilden kann:

a. nach gleichen Abstufungen der Grundstärke, also durch Zusammenfassen von je etwa 3—5 Stärkestufen des Aufnahmsbuches in eine Klasse,

b. nach den im Bestande selbst ausgeprägten (meist 3—5) Stammklassen,

c. nach gleichen Stammzahlen für jede Klasse, indem man also die Gesamtzahl N durch die Anzahl x der zu bildenden Klassen dividiert und jeder Klasse $\frac{N}{x}$ Stämme zuweist.

Die erstere Methode würde allerdings eine gleiche Abgrenzung der Stärkeunterschiede in den einzelnen Klassen geben, sie hat aber, da im Bestande zumeist die mittleren Stärkestufen am meisten, die geringeren und stärkeren weniger, die stärksten aber nur in einzelnen Exemplaren vertreten sind, den Nachteil, daß einzelne Klassen oft nur wenige, andere eine große Zahl von Stämmen umfassen; auch entspricht diese Abgrenzung selten der wirklichen Verteilung der Stammkategorien im Bestande.

Die unter b. gegebene Abgrenzung der Stärkeklassen entspricht durch das Zusammenfassen je solcher Stammgruppen, welche im Bestande in bezug auf Höhe, Standraum und Kronenausbildung als zusammengehörig erscheinen, unstreitig am meisten dem Grundgedanken der Stärkeklassenbildung.

In den meisten Beständen lassen sich mindestens drei Stammklassen, eine geringe mit beengtem Standraum und meist nicht voller Bestandeshöhe, eine mittlere mit freierer Kronenausbildung und voller Bestandeshöhe und eine dritte Klasse von stärkeren und meist auch über die Durchschnittshöhe sich erhebenden (dominierenden) Stämmen ziemlich scharf abgrenzen, zu welchen Klassen eventuell noch weitere von unterdrückten Stämmen (Nebenbestand) oder von älteren Ueberständern hinzukommen, oder zwischen welchen vielleicht noch eine Kategorie von gering mitherrschenden Stämmen unterschieden werden kann, so daß also meist 3—5 solche Stammklassen zu bilden sein werden.

Nach den Erfahrungen des Verfassers hält es in den meisten Fällen nicht schwer, die Abgrenzung der einzelnen Klassen nach der Auskluppierung im Aufnahmsbuche vorzunehmen, wenn man schon während der Aufnahme sein Augenmerk darauf richtet, zu beobachten, von welcher Grundstärke ab die Stämme zumeist bereits in die mittlere oder in die stärkste Kategorie gehören.

Sind solche Stammklassen nicht wohl nach bestimmten Durchmesserstufen trennbar oder überhaupt weniger scharf zu unterscheiden, so empfiehlt es sich, die Stärkeklassen mit annähernd gleichen Stammzahlen zu bilden, wodurch auch bei Fällung von je 1—3 Modellstämmen für jede Klasse diese gleichmäßig mit Probe-

stämmen bedacht sind. Die Zahl der Stärkeklassen wird auch in diesem Falle meist mit 3—5 genommen, je nach der Ungleichheit des Bestandes und der größeren oder geringeren Anzahl von Probestämmen, welche gefällt werden sollen.

Bei Stärkeklassen mit gleicher Stammzahl ist es naheliegend und auch allein dem Prinzipe dieser Klassenbildung entsprechend, wenn für jede Klasse gleich viele Modellstämme gewählt werden; dagegen würde es bei ungleicher Verteilung der Stämme in die Klassen, wie solche bei den sub a. und b. bezeichneten Verfahren meist gegeben ist, nicht berechtigt sein, für Stärkeklassen mit nur wenigen Stämmen ebensoviel Probestämme zu fällen, wie für jene, welche den größeren Teil der Stämme und somit auch der Holzmasse des Bestandes repräsentieren; es werden also hier die Probestämme auf die einzelnen Klassen ungleich zu verteilen sein. Bei dieser Verteilung, bezw. der Bestimmung der Anzahl von Modellstämmen für jede Stärkeklasse, ist zu berücksichtigen:

a. Die Bedeutung der betreffenden Klasse für den Gesamtbestand, also der Anteil, den dieselbe an der Holzmasse des ganzen Bestandes nimmt.

b. Die Gleichmäßigkeit der Klassenstämme in bezug auf Höhe und Form, bezw. die größere oder geringere Schwierigkeit, richtige Repräsentanten für die betreffende Klasse zu wählen.

c. Die Möglichkeit einer Ausgleichung der durch die Wahl nur eines oder weniger Modellstämme für jede Klasse verursachten Fehler zwischen den einzelnen Stärkeklassen. Die Wahrscheinlichkeit einer solchen Fehlerausgleichung ist offenbar nur dann gegeben, wenn jeder Modellstamm annähernd einen gleichen Anteil der Gesamtmasse des Bestandes repräsentiert.

Die Verteilung der Modellstämme erfolgt nun in der Regel entweder nach dem Verhältnisse der Stammzahl oder nach dem Verhältnisse der Stammgrundfläche der einzelnen Stärkeklassen, von welchen Verfahren das letztere mehr den eben bezeichneten Bedingungen entspricht.

Die Verteilung der Probestämme nach Verhältnis der Stammzahlen sichert allerdings eine gleiche relative Genauigkeit in der Erhebung der einzelnen Klassen, welche jedoch hier, da es sich nicht um die Holzmasse der einzelnen Stärkeklassen sondern nur um die Gesamtmasse handelt, nicht von wesentlicher Bedeutung ist; dagegen wird durch die Berücksichtigung der Stammgrundflächen bei der Verteilung der Probestämme mit einer bestimmten Zahl von solchen (welche allerdings in diesem Falle eine größere Holzmasse repräsentieren als im ersteren) die größte absolute Genauigkeit des Gesamtresultates erzielt.

Es möge dies an einem der Wirklichkeit entnommenen Beispiele einer Bestandesaufnahme illustriert werden. Es wurden auf einer Probefläche von 1 ha eines haubaren Fichtenbestandes nach den im Bestande ausgeprägten Stammklassen drei Stärkeklassen gebildet, und es sollen im ganzen 6 Modellstämme gefällt werden deren Verteilung nach der Stammzahl mit ν, nach der Stammgrundfläche mit ν' bezeichnet ist. N ist die Stammzahl, G die Stammgrundfläche in m^2, M die Holzmasse in fm^3 der einzelnen Klassen und im ganzen:

Stärkeklasse	N	G	ν	ν'	M
I	165	6.74	2	1	72
II	237	23.75	3	3	345
III	86	17.97	1	2	241
Im ganzen	488	48.46	6	6	658

Die mittlere Klasse erhält demnach in beiden Fällen drei Probestämme, dagegen wird im ersteren Falle die geringe Stammklasse, im letzteren Falle aber die starke Stammklasse mit zwei Modellstämmen bedacht, welches letztere bei der bedeutenden Holzmasse, welche diese Klasse repräsentiert, entschieden vorzuziehen ist. Nehmen wir an, daß durch die Auswahl nur eines Modellstammes infolge der individuellen Schwankungen in der Höhe und Formzahl der Stämme ein Fehler von 5 Prozent ebensowohl bei der geringsten als bei der stärksten Stammklasse begangen wird, so beträgt dieser Fehler, wenn für Klasse I nur ein Modellstamm ge-

nommen wird, für das Gesamtresultat $\frac{72 \times 5}{100} = 3.6$ fm oder 0.5 % desselben; wenn für Klasse III nur ein Modellstamm genommen wird, $\frac{241 \times 5}{100} = 12.0$ fm oder 2 % der Gesamtmasse. — In der Regel sind jedoch die individuellen Schwankungen in der Stammhöhe und -Form bei den stärksten Stämmen bedeutend größer und die Auswahl guter Repräsentanten daher hier schwieriger als in den mittleren und geringen Stammklassen, es müßte daher die stärkste Klasse schon für gleiche relative Genauigkeit eine verhältnismäßig größere Zahl von Modellstämmen erhalten.

Endlich ist auch für die Fehlerausgleichung zwischen den einzelnen Modellstämmen die Verteilung derselben nach v' entschieden die günstigere.

Von den beiden Verfahren der Probestammverteilung entspricht das erstere (nach Verhältnis der Stammzahlen) der Auffassung der Holzmasse des Bestandes (bezw. der Stärkeklassen) als M = mN, das letztere (nach Verhältnis der Stammgrundflächen) aber der Auffassung nach M = GHF (bezw. $M_1 = G_1 H_1 F_1$, $M_2 = G_2 H_2 F_2$ etc. für die Stärkeklassen); im ersteren Falle will man die erhobenen Massen der einzelnen Modellstämme (m) mit annähernd gleichen Stammzahlen multiplizieren, im zweiten trachtet man den Faktor HF (bezw. $H_1 F_1$, $H_2 F_2$ . .) um so genauer zu erheben, je größer der zweite Faktor G (bezw. G_1, G_2 etc.) ist, welcher damit multipliziert werden soll. Auch hier ist die zweite Auffassung insoferne die berechtigtere, als die Stammgrundfläche der einzelnen Klassen bereits durch die Auskluppierung gegeben ist, daher die Aufnahme der Modellstämme stets nur den Zweck hat, den Faktor HF zu bestimmen, wenn wir auch diesen Faktor in der Regel nur indirekt in der Form $\frac{m}{g}$ in Rechnung bringen [1]).

Dieselben Erwägungen bezüglich der Zahl und Verteilung der Modellstämme gelten auch für den Fall als Höhenklassen ausgeschieden werden. Die Bildung der Höhenklassen erfolgt, nachdem man zuvor die Grenzen der vorkommenden Stammhöhen durch mehrere Messungen bestimmt hat, in der Regel nach gleichen Abstufungen der Stammhöhen. (Hätte man z. B. jene Grenzen mit 20—35 m gefunden, so könnten 3 Höhenklassen mit der Abstufung von 20—25 m, 25—30 m und 30—35 m gebildet werden.) Die Einreihung der einzelnen Stämme in die Höhenklassen erfolgt zugleich mit der Stärkeaufnahme der Stämme durch Einschätzen in die betreffenden Höhenstufen. Die Bildung der Höhenklassen erfolgt daher stets vor der Auskluppierung des Bestandes, während die Stärkeklassen erst nach der Auskluppierung auf Grund der Ergebnisse derselben gebildet werden.

Für die einzelnen Höhenklassen können entweder Mittelstämme für die ganze Klasse berechnet oder innerhalb dieser wieder Stärkeklassen ausgeschieden werden; man zerlegt eben durch die Bildung von Höhenklassen den ganzen ungleich hohen Bestand in so viele annähernd gleich hohe Bestände, als Höhenstufen gegeben sind.

Die Berechnung der Holzmasse erfolgt sowohl bei Stärke- als bei Höheklassen stets für jede Klasse besonders und die Gesamtmasse des Bestandes ergibt sich aus der Summe der in den einzelnen Klassen erhobenen Holzmassen. Es liegt hierin ein charakteristischer Unterschied dieser Aufnahmsmethode gegenüber den nachfolgenden Verfahren, bei welchen die Berechnung meist direkt für die ganze Bestandesmasse erfolgt. Da die gewählten Modellstämme Mittelstämme ihrer Klasse sind, so erfolgt die Aufnahme und Berechnung der Holzmasse für die einzelnen Stärke- oder Höhenklassen nach dem am Schlusse des vorigen Paragraphen angegebenen Vorgange. Dabei ist auch

---

1) Die Masse eines oder auch mehrerer Modellstämme ist, da diese die Durchschnittshöhe und -Formzahl HF repräsentieren, m = gHF; also $\frac{m}{g} = HF$.

hier wieder, schon des freieren Spielraumes bei der Auswahl der Modellstämme wegen, die Berechnung nach der Formel $M = m \frac{G}{g}$ vorzuziehen; nur wenn für die eine oder andere Klasse nur ein genauer Mittelstamm gefällt wurde, wird man kürzer und ebenso richtig deren Holzmasse nach $M = mN$ berechnen.

Hat man z. B. drei Stärkeklassen gebildet und sind G_1, G_2, G_3 deren Stammgrundflächen, m_1, m_2, m_3 und g_1, g_2, g_3 die Massen und Stammgrundflächen der für jede Klasse gefällten Modellstämme, so ist die Holzmasse der einzelnen Klassen $M_1 = m_1 \frac{G_1}{g_1}$, $M_2 = m_2 \frac{G_2}{g_2}$, $M_3 = m_3 \frac{G_3}{g_3}$ und die Holzmasse des ganzen Bestandes $M = M_1 + M_2 + M_3$.

Das nachstehende Muster 2 gibt ein Beispiel der Bestandesaufnahme nach Stärkeklassen.

Muster 2.

Forst Ofenbach Abteilung 33 b Rentwald	Der Probefläche Länge 100 m Breite 80 m Inhalt 0.8 ha	Alter 135 Jahre Bestockung 0.9

Durchmesser bei 1.3 m Höhe in Zentimetern	Holzart Fi. einz. Ta.		Stammzahl	Kreisflächen-Summe	Der Modellstämme: Durchmesser	Kreisfläche	Holzmasse	Scheitelhöhe	Formzahl	Alter	Anmerkung
				Quadratmeter	cm	m²	fm	m		Jahre	
20	//// //// //// ////	I	20	0.628							
24	//// //// //// //// //// //// //// //// //// /	I	46	2.081	25.5	0.0511	0.715	28.0	0.50	135	Astmasse = 2.6%
28	//// //// //// //// //// //// //// //// //// //// //// //// ////	I	65	4.002							
32	//// //// //// //// //// //// //// // //// //// //// //// //// //// ////	II	72	5.790	36.3	0.1035	1.700	34.2	0.48	133	
36	//// //// //// //// //// //// //// //// //// //// //// //// //// ////	II	70	7.125	35.7	0.1001	1.652	33.7	0.49	136	
						0.2036	3.352				Astmasse = 3.0%
40	//// //// //// //// //// //// //// //// //// //// //// //// ////	II	64	8.042							
44	//// //// //// //// //// //// //// //// //// ////	III	50	7.603	46.0	0.1662	2.719	34.8	0.47	134	
48	//// //// //// /// //// //// ////	III	33	5.971	46.5	0.1698	2 745	35.1	0.46	135	
						0.336	5.464				Astmasse = 4.8%
52	//// //// //// ///	III	18	3.823							
	Stärkeklasse I		131	6.711							
	„ II		206	20.957							
	„ III		101	17.397							
	Gesamtsumme		438	45.065							

Berechnung der Mittelstämme:

$g_{m1} = 6.711 : 131 = 0.0512$; $d_1 = 25.5$ cm
$g_{m2} = 20.957 : 206 = 0.1017$; $d_2 = 36.0$ cm
$g_{m3} = 17.397 : 101 = 0.1722$; $d_3 = 46.8$ cm

Berechnung der Holzmasse:

$M_1 = 0.715 \times 131 = 93.6$ fm (aus $M = m \times N$)
$M_2 = 3.352 \times \frac{20.957}{0.2036} = 344.9$ „ (aus $M = m \frac{G}{g}$)
$M_3 = 5.464 \times \frac{17.397}{0.336} = 283.0$ „ (aus dto.

Holzmasse der Probefläche = 721.5 fm (Stammholz)
hiezu Astmasse 4% = 28.9 „
Gesamtmasse = 750.4 fm

Die Spalten für die Scheitelhöhe, Formzahl und das Alter der Modellstämme sind für die Berechnung der Holzmasse nicht erforderlich; diese Zahlen werden daher nur dann eingetragen, wenn die betreffenden Daten sonst zur Charakteristik des Bestandes erwünscht sind.

§ 35. **Bestandesaufnahme nach Stärkestufen. Verfahren von Draudt, Urich und Hartig.** Für die bloße Bestimmung der Holzmasse eines Bestandes wird in den meisten Fällen die Aufnahme nach einer der vorbezeichneten Methoden genügen, namentlich, wenn dabei von der Ermittlung der Holzmasse des Mittelstammes für den ganzen Bestand oder für einzelne Stammklassen aus der Massenkurve Gebrauch gemacht wird.

Anders jedoch, wenn zugleich der Wert des Bestandes und zu diesem oder irgend einem anderen Zwecke auch dessen Sortimentsergebnis bestimmt werden soll, da der Massenmittelstamm keineswegs immer auch ein Wertsmittelstamm sein wird, und für die Bestimmung des Sortimentsergebnisses alle vorkommenden Durchmesserstufen berücksichtigt werden müssen. Auch für die Massenaufnahme allein kann es jedoch, insbesondere wenn aus irgend einem Grunde eine größere Zahl von Modellstämmen genommen werden soll, erwünscht sein, dieselben auf alle bei der Ausklupierung erhaltenen Stärkestufen zu verteilen.

Schon in diesem Falle, insbesondere aber für die Feststellung der im Bestande vorhandenen Sortimente und deren Anteil an der Gesamtmasse wird es am zweckmäßigsten sein, die Modellstämme so auszuwählen, daß sie in ihrer Zusammenstellung ein Modell des Bestandes, bezw. seiner Stammverteilung, repräsentieren.

Es wird dies aber nur dann der Fall sein, wenn in den Modellstämmen möglichst alle Stärkestufen des Bestandes und zwar in demselben Verhältnisse ihrer Stammzahl wie im Bestande selbst vertreten sind, *wenn also Modellstämme für alle Stärkestufen und zwar proportional zur Stammzahl derselben gewählt werden.*

Diesem ebenso einfachen, als für die Bestandesaufnahme wertvollen Grundgedanken entspricht das von Ministerialrat Dr. Draudt begründete Verfahren [1]. Soll der xte Teil aller Stämme eines Bestandes oder einer Probefläche als Modellstämme gefällt werden, so ist deren Gesamtzahl $\nu = \frac{N}{x}$ und die Zahl der Modellstämme für die einzelnen Stärkestufen muß nach Obigem $\nu_1 = \frac{n_1}{x}$, $\nu_2 = \frac{n_2}{x}$ usw. sein. Da nun auf diese Weise der xte Teil der Stämme in genau gleicher Zusammensetzung der Stärke- (eventuell auch der Höhen)-Stufen, wie jene des ganzen Bestandes als Probeholz gefällt werden, so ist auch ohne besonderen Beweis klar, daß diese Stämme auch den xten Teil der Gesamtmasse des Bestandes und ebenso mit ihrer Stammgrundfläche den xten Teil der Gesamtstammgrundfläche repräsentieren, daß ferner, wenn die Holzmasse der Probestämme nach Sortimenten aufgearbeitet wird, auch die hiebei erhaltene Menge der einzelnen Sortimente je den xten Teil der Masse des ganzen Bestandes an dem betreffenden Sortimente beträgt, bezw. das Ergebnis an solchen in gleichem Verhältnisse (in gleichem Prozentsatze) auch auf den ganzen Bestand übertragen werden kann.

Es ist also $M = m \cdot x = m \frac{N}{\nu}$; ebenso $G = g \cdot x$, wobei m und g die Holzmasse und Stammgrundfläche aller Probestämme zusammen und ν ihre Stammzahl bedeutet; und ebenso, wenn m_1, m_2 . . . die aus allen Probestämmen erhaltene Masse an einzelnen Sortimenten ist, $M_1 = m_1 \cdot x$, $M_2 = m_2 \cdot x$ etc.

Da aber die Berechnung der Modellstammzahl für die einzelnen Stärkestufen nach $\nu_1 = \frac{n_1}{x}$, $\nu_2 = \frac{n_2}{x}$ usw. meist Bruchteile von Probestämmen ergibt, die auf ganze

---

1) Siehe Draudt, Die Ermittelung der Holzmassen. Gießen 1860.

Stämme abgerundet werden müssen, so kann in Wirklichkeit nicht immer genau der xte Teil jeder Stärkestufe gefällt werden, und es ist deshalb zweckmäßig, auch hier statt des Verhältnisses der Stammzahlen das Verhältnis der Stammgrundflächen für die Berechnung zu verwenden. Da $G = gx$ oder $x = \frac{G}{g}$, so gilt auch hier die Gleichung

$$M = m\frac{G}{g},\ \text{ebenso für die Sortimente}$$

$$M_1 = m_1\frac{G}{g},\ M_2 = m_2\frac{G}{g}\ \text{usw.}$$

Die Anwendung dieser Formel für die Berechnung der Holzmasse des Bestandes bietet auch hier den wesentlichen Vorteil, daß einerseits die Abrundung in der Zahl der Modellstämme für die einzelnen Stärkestufen unschädlich wird und daß andererseits die gewählten Stämme nicht genau dem Mittel der betreffenden Stufe entsprechen müssen, denn sie gibt, wie wir schon früher nachgewiesen haben, auch hier insolange ein richtiges Resultat, als man annehmen darf, daß die Probestämme in ihrer Zusammenstellung auch die durchschnittliche Höhe und Formzahl des Bestandes richtig repräsentieren.

Man kann dabei, wie dies auch Draudt selbst ursprünglich getan hat, auch von einem bestimmten Prozentsatz p der aus jeder Durchmesserstufe zu nehmenden Modellstämme ausgehen; es ist dann $\nu_1 = \frac{n_1 p}{100}$, $n_2 = \frac{n_2 p}{100}$ etc. und die Gesamtzahl aller Modellstämme $\nu = \frac{Np}{100}$; ferner müßten die Grundfläche, Gesamtmasse, sowie die Masse der einzelnen Sortimente, welche alle Modellstämme zusammen ergeben, wieder p Prozent der Grundfläche, Gesamtmasse etc. des ganzen Bestandes betragen, wenn jener Prozentsatz in den einzelnen Durchmesserstufen genau eingehalten werden könnte, was aber hier ebensowenig möglich ist, wie oben bezüglich des xten Teiles der Stammzahlen. Das Verfahren ist ganz das gleiche, nur daß hier statt $\frac{1}{x}$ der Ausdruck $\frac{p}{100}$ gesetzt wird. In der Regel wird zunächst die Zahl der zu entnehmenden Modellstämme ν festgesetzt und daraus $p = \frac{\nu\, 100}{N}$ oder $x = \frac{N}{\nu}$ bestimmt.

Für die Ausführung des Verfahrens wird der Bestand in nicht zu kleinen Durchmesserabstufungen (bei größeren Stärkeunterschieden meist von 4 zu 4 cm) auskluppiert und wird sodann nach Festsetzung der Verhältniszahl x (bezw. der Gesamtprobestammzahl ν) für jede Stärkestufe jene Zahl der Probestämme festgestellt, welche dem Bruche $\frac{n_1}{x}$, $\frac{n_2}{x}$ am nächsten kommt. Von jenen Stärkestufen, welche für sich keine ganzen Modellstämme ergeben, werden so viele zusammengefaßt, als für je einen Modellstamm erforderlich ist, und es ist, falls mehrere solche Stufen zusammengenommen werden müssen, die Grundstärke des für dieselben zu wählenden Modellstammes in gleicher Weise wie bei den Stärkeklassen zu berechnen. Von sämtlichen Probestämmen wird die Grundstärke und deren Kreisfläche genau notiert, dann werden dieselben entweder nach Festmaß kubiert oder nach Aufarbeitung aller Stämme in Sortimente deren Inhalt und Menge gemessen und sodann die Bestandesmasse nach obiger Formel berechnet. Wären in dem aufzunehmenden Bestande die Stammhöhen auch in den einzelnen Stärkestufen noch beträchtlich verschieden, so müßten die verschiedenen Höhenstufen bei der Auswahl der Modellstämme berücksichtigt, oder es müßte der ganze Bestand in Höhenklassen getrennt und jede dieser für sich in der vorbezeichneten Weise aufgenommen werden.

Ein wesentlicher Vorzug des Draudtschen Verfahrens ist, abgesehen von der Genauigkeit, welche dasselbe für die Massenerhebung bietet, die Möglichkeit, sämt-

liche Probestämme gemeinsam aufarbeiten und ihren Massengehalt im ganzen oder in Sortimenten gemeinsam bestimmen und in Rechnung bringen zu können, welcher Vorteil namentlich bei der Aufarbeitung in Sortimenten von Bedeutung ist; ferner der Umstand, daß dasselbe für die Beurteilung des Sortimentsergebnisses eines Bestandes die beste Grundlage bietet.

Es ist dasselbe daher für genaue Bestandesaufnahmen überhaupt (insofern die Fällung einer größeren Probestammzahl zulässig ist) und besonders für solche Massenaufnahmen sehr zu empfehlen, welche einer Wertsbestimmung zugrunde gelegt oder bei welchen sonst die Sortimentsverhältnisse genau bestimmt werden sollen.

Forstmeister Urich geht bei dem von ihm vorgeschlagenen Verfahren [1]), welches in dem Prinzipe der proportionalen Verteilung der Modellstämme mit dem Draudtschen übereinstimmt, von der bereits im vorigen Paragraphen (S. 233 sub c) erwähnten Bildung von Stammklassen mit gleicher Stammzahl aus, zu welchem Zwecke, da die Stammzahlen der bei der Auskluppierung gebildeten Stärkestufen solche in der Regel nicht ergeben, diese je nach Umständen zusammengelegt oder zerteilt und Stammgruppen von je n Stämmen gebildet werden, für welche dann je ein (oder auch mehrere) Modellstämme zu wählen sind.

Die Grundstärke dieser Modellstämme wird daher auch nicht, wie bei dem vorigen Verfahren, stets in der Mitte der gewählten Durchmesserabstufungen, sondern häufig zwischen diesen zu nehmen sein. Es ist dieses Zusammenziehen von Stämmen aus verschiedenen Durchmesserstufen zu einer Stammgruppe deshalb wohl berechtigt, weil die Stärkeabstufung vom Taxator willkürlich gewählt ist und die Grundstärken der Stämme einer Durchmesserstufe in Wirklichkeit alle Uebergänge von der vorausgehenden bis zur folgenden Stärkestufe darstellen.

Bei der Ausführung werden, von der geringsten oder stärksten Durchmesserstufe ausgehend, stets $n = \frac{N}{x}$ Stämme in eine Klasse zusammengefaßt und für diese der entsprechende Mittelstamm bestimmt.

Eine spezielle Berechnung der Durchmesser der zu wählenden Modellstämme für die einzelnen Gruppen ist hiebei in der Regel nicht notwendig; es läßt sich vielmehr, weil die meisten Gruppen nur aus 2—3 Durchmesserstufen zusammengesetzt sein werden, die Stärke des Mittelstammes hinlänglich genau ohne weiteres aus dem Verhältnisse der Stammzahlen dieser Stufen in der betreffenden Gruppe bestimmen. Es kommt eben auch hier, wie schon wiederholt hervorgehoben wurde, bei der Berechnung der Bestandesmasse nach der Formel $M = m \frac{G}{g}$ vielmehr darauf an, daß die Modellstämme die durchschnittliche Höhe und Formzahl ihrer Stammklasse, als daß sie genau die mittlere Masse derselben repräsentieren. Nur in dem Falle, als eine größere Zahl von Stärkestufen in eine Gruppe vereinigt werden muß, wird es zweckmäßig sein, deren mittlere Kreisfläche nach $g = \frac{G}{z}$ zu berechnen.

Die Bestandesaufnahme erfolgt im übrigen in gleicher Weise wie früher und gelten alle früher hervorgehobenen Vorzüge des Draudtschen Verfahrens in gleicher Weise für dieses Verfahren.

Insofern Urich selbst nur eine geringere Zahl von Stammklassen bildet und für jede derselben mehrere Probestämme entnimmt, wäre sein Verfahren der Aufnahme nach Stärkeklassen zuzuzählen, nur daß diese Klassen nicht direkt aus den aufgenommenen Durchmesserstufen, sondern unabhängig von diesen gebildet werden. Wir geben jedoch der oben dargestellten und in Muster 3 durch ein Beispiel erläuterten Ausführung, wonach so viele Stammgruppen gebildet

1) Allg. F. u. J.Z. 1860. S. 381.

werden, als man Modellstämme nehmen will, insbesondere dann den Vorzug, wenn damit auch die Sortimentsverhältnisse erhoben werden sollen.

Von den beiden eben angeführten Verfahren von Draudt und Urich ist das von Robert Hartig eingehaltene Verfahren [1]) in seinem Prinzipe verschieden. Hartig bildet ebenso wie Urich auf Grund des Aufnahmeergebnisses Stammgruppen durch Zuteilung der Stärkestufen, aber nicht mit gleicher Stammzahl, sondern Gruppen von gleicher Stammgrundfläche, für welche dann je ein Modellstamm (bei Bildung weniger und größerer Stammgruppen auch je 2—3 solche) aufgenommen wird. Hartig geht hiebei von denselben Erwägungen aus, welche wir bereits bei Beurteilung der Verteilung der Modellstämme für Stärkeklassen im vorhergehenden Paragraphen hervorgehoben haben, und bietet dieses Verfahren, da die einzelnen Stammgruppen, für welche je ein Modellstamm gefällt wird, bei gleicher Grundfläche auch annähernd gleiche Holzmassen haben, die günstigste Bedingung zur Ausgleichung der durch das individuelle Schwanken in der Stammform bei der Auswahl der Probestämme hervorgerufenen Fehler. Dagegen bildet die Gesamtheit der Modellstämme, unter welchen bei dieser Verteilung die stärkeren Stämme stets relativ mehr vertreten sind als die geringeren Stammklassen, in diesem Falle kein Modell des Bestandes; dieselben können daher auch nicht gemeinsam aufgearbeitet und gemessen, sondern müssen für jede Gruppe oder Klasse besonders berechnet werden, und auch das Sortimentsergebnis derselben repräsentiert in diesem Falle nicht das Sortimentsverhältnis des ganzen Bestandes. Damit gehen wesentliche Vorzüge des Draudtschen Verfahrens verloren, und wir werden daher der Aufnahme nach dem Hartigschen Prinzipe nur dann den Vorzug geben, wenn mit einer geringen Zahl von Modellstämmen eine möglichst genaue Aufnahme der Bestandesmasse erreicht werden soll, dagegen das Draudtsche Verfahren (event. mit der von Urich eingeführten Modifikation) anwenden, wenn eine größere Zahl von Modellstämmen gefällt werden kann (wodurch von selbst eine größere Genauigkeit und auch die Wahrscheinlichkeit einer Fehlerausgleichung gegeben ist) und wenn auf die Kenntnis des Sortimentsverhältnisses im Bestande Wert gelegt wird. Auch ist das Verfahren nach Hartig sowohl bei der Bildung der Stammgruppen als auch bei der Berechnung der Bestandesmasse wesentlich umständlicher als die beiden vorgenannten Verfahren.

Für die Ausführung des Hartigschen Verfahrens wird zuerst die Zahl der Modellstämme (ν) oder der zu bildenden Stammgruppen (x), dann aus $\frac{G}{\nu}$ oder $\frac{G}{x}$ die Stammgrundfläche bestimmt, welche jede Gruppe erhalten soll; sodann werden, von der geringsten Stärkestufe beginnend, stets so viele Stämme aus den folgenden Stärkestufen zusammengefaßt, bis diese Kreisflächensumme erfüllt ist. Die Durchmesser der Modellstämme für die einzelnen Gruppen werden aus den darin enthaltenen Durchmesserstufen und deren Stammzahl entweder direkt annähernd bestimmt oder durch Rechnung aus $g = \frac{G}{n}$ gefunden. Die Modellstämme der einzelnen Stammgruppen müssen dann für sich kubiert und ebenso deren Holzmassen nach der Formel $M_1 = m_1 \frac{G_1}{g_1}$, $M_2 = m_2 \frac{G_2}{g_2}$ etc. für jede Klasse getrennt berechnet werden; die Gesamtmasse ergibt sich sodann aus der Summe $M_1 + M_2 + \ldots + M_x$. Es ist jedoch auch zulässig, die Formhöhen (h_1f_1, h_2f_2 etc.) der einzelnen Gruppen (am einfachsten aus $\frac{m_1}{g_1}$, $\frac{m_2}{g_2}$

1) Die Rentabilität der Fichtennutzholz- und Buchenbrennholzwirtschaft im Harze und im Wesergebirge. Stuttgart 1868.

etc., da $h_1 f_1 = \frac{m_1}{g_1}$, $h_2 f_2 = \frac{m_2}{g_2}$ usw.) zu bestimmen und dann die Gesamtstammgrundfläche des Bestandes mit dem arithmetischen Mittel dieser Formhöhen zu multiplizieren. Da

$$M = M_1 + M_2 + \ldots + M_x = m_1 \frac{G_1}{g_1} + m_2 \frac{G_2}{g_2} + \ldots + m_x \frac{G_x}{g_x} \text{ und}$$

$$G_1 = G_2 = \ldots = G_x = \frac{G}{x}, \text{ so ist } M = \frac{G}{x}\left(\frac{m_1}{g_1} + \frac{m_2}{g_2} + \ldots + \frac{m_x}{g_x}\right) \text{ und da } \frac{m_1}{g_1} = h_1 f_1,$$

$\frac{m_2}{g_2} = h_2 f_2$ usw. auch $M = G \frac{h_1 f_1 + h_2 f_2 + \ldots + h_x f_x}{x}$.

Es zeigt sich auch hier, da bei dem Draudtschen Verfahren die Massen m, bei dem Hartigschen aber die Faktoren hf der Modellstämme summierbar sind, daß die Verteilung der Stämme nach Verhältnis der Stammzahlen der Auffassung der Bestandesmasse als $M = mN$, die Verteilung nach Verhältnis der Kreisflächen aber der Auffassung als $M = GHF$ entspricht, wie dies schon früher hervorgehoben wurde.

Muster 3.

Ergebnis der Stammaufnahme			Verteilung der Modellstämme										
			nach Draudt		nach Urich				nach Hartig				
			$v = 10$, $n = 68$		$v = 10$, $n = 68$				$v = 6$, $^1/_6 g = 10.545$				
Durchmesser bei 1.3 m Höhe	Stammzahl	Kreisflächen-Summe	Zahl der Modellstämme	Durchmesser der Modellstämme	Durchmesser	Stammzahl	lauf. Nr. der Modellstämme	Durchmesser der Modellstämme	Durchmesser	Stammzahl	Kreisfläche	lauf. Nr. der Modellstämme	Durchmesser der Modellstämme
cm		m²		cm	cm			cm	cm		m²		cm
20	33	1.037	—	—	20	33	1	22	20	33	1.037		
					24	35			24	79	3.574		
24	79	3.574	1	24	24	44	2	25	28	96	5.911		
					28	24				208	10.522	1	26.7
28	108	6.651	2	28	28	68	3	28	28	12	0.739		
					28	16	4	31	32	122	9.811		
32	135	10.857	2	32	32	52				134	10.550	2	31.8
36	120	12.215	2	36	32	68	5	32	32	13	1.046		
					32	15	6	35	36	93	9.466		
40	114	14.325	2	40	36	53				106	10.512	3	35.5
					36	67	7	36	36	27	2.748		
44	58	8.819	1	45	40	68	8	40	40	62	7.791		
48	32	5.791			40	46	9	41		89	10.539	4	38.8
	679	63.269			44	22			40	52	6.535		
					44	36	10	46	44	26	3.953		
					48	32				78	10.488	5	41.4
									44	32	4.866		
									48	32	5.791		
										64	10.657	6	46.0

Das vorstehende Beispiel zeigt die Modellstammverteilung nach den drei vorstehenden Verfahren. Die Zahl der Modellstämme wurde für die Verfahren nach Draudt und Urich mit 10, für jenes nach Hartig aber im Sinne unserer obigen Ausführungen mit 6 genommen, daher nach Draudt und Urich, da 679 Stämme ausgezählt wurden, auf je 68 Stämme ein Modellstamm, und für die Aufnahme nach

Hartig, da die Gesamt-Stammgrundfläche 63.269 m² beträgt, für jede Gruppe eine Stammgrundfläche von 10.545 m² entfällt.

Aus dieser vergleichenden Durchführung der drei Verfahren ist ersichtlich, daß das Urichsche Verfahren mit sehr geringem Mehraufwand an Zeit eine der wirklichen Stärkeklassenverteilung des Bestandes mehr entsprechende Zusammenstellung der Modellstämme gibt, als das ursprüngliche Draudtsche Verfahren. Dies gilt aber nur dann, wenn, wie in unserem Beispiele, ebensoviel Stammgruppen gebildet werden, als Modellstämme gefällt werden sollen, nicht aber dann, wenn z. B. nur 5 Stammgruppen (Stärkeklassen) gebildet und für jede zwei Modellstämme genommen würden.

Bei dem Hartigschen Verfahren wäre die Summierung der Stammzahlen in den einzelnen Gruppen nicht notwendig; dieselbe wurde hier nur vorgenommen, um das Verhältnis der Stammzahlen in den einzelnen Gruppen zu zeigen.

Wurden nun für die Ausführung des Draudtschen Verfahrens 10 Modellstämme den nach Urich erhaltenen Durchmesserstufen möglichst entsprechend ausgewählt und gefällt, deren Stammgrundfläche zusammen 0.93 m² beträgt, und hätten dieselben bei der Aufarbeitung ergeben:

Nutzholz I. Kl. 5.20 fm, Nutzholz II. Kl. 4.06 fm, Scheitholz 2.7 rm, Ausschußholz 2,0 rm, Knüppel- und Reisigholz 1.5 rm, so berechnet sich für den ganzen Bestand, da $\frac{G}{g} = 63{,}269 : 0{,}93 = 68{,}03$ ist, die Holzmasse von

Nutzholz I. Kl.	5.20 × 68.03 = 353.6 fm
Nutzholz II. Kl.	4.06 × 68.03 = 276.1 fm
Scheitholz	2.7 × 68.03 = 183.6 rm = 132.2 fm
Ausschußholz	2.0 × 68.03 = 136.0 rm = 88.4 fm
Knüppel- u. Reisigholz	1.5 × 68.03 = 102.0 rm = 51.0 fm
	im ganzen 901.3 fm

Von der Gesamtmasse sind demnach 70 % Nutzholz, 15 % Scheitholz, 10 % Ausschußholz und 5 % Knüppel- und Reisigholz. Für die Reduktion der Raummeter auf Festmeter wurden beim Scheitholz 72 %, beim Ausschußholz 65 % und beim Knüppel- und Reisigholz 50 % angenommen. Aus der Aufnahme der Modellstämme nach der Methode von Hartig ergibt sich eine durchschnittliche Formhöhe (hf) von 14.26 m, und somit die gesamte Holzmasse mit 63.27 × 14.26 = 902.2 fm.

§ 36. Zahl, Auswahl und Kubierung der Modellstämme. Die Zahl der für eine Bestandesaufnahme erforderlichen Probestämme ist je nach dem gewählten Verfahren und je nach der größeren oder geringeren Gleichmäßigkeit des Bestandes eine verschiedene; auch wird man für ausgedehnte Bestände, wenn dieselben ganz ausgezählt wurden, aus naheliegenden Gründen in der Regel mehr Probestämme wählen als für einen kleinen Bestand.

Am wenigsten Modellstämme erfordert die Aufnahme nach Mittelstämmen, von welchen bei der für dieses Verfahren vorausgesetzten Gleichmäßigkeit des Bestandes selbst 3—4 Stämme genügen können, um für die Höhe und Formzahl eine gute Durchschnittsziffer zu erhalten. Bei der Bildung von Stärke- oder Höhenklassen sollen für jede Klasse gleichfalls womöglich 2—3 Stämme genommen werden, daher sich hier die Zahl der Modellstämme je nach der Anzahl der Klassen auf 6—15 vermehren wird. Soll, um die Zahl der Modellstämme zu beschränken, für jede Klasse nur ein Modellstamm genommen werden, so wären die Klassen jedenfalls so zu bilden, daß sie annähernd gleiche Stammgrundflächen besitzen, da nur in diesem Falle auf eine Ausgleichung der in der Höhe und Form der einzelnen Stämme gegebenen Schwankungen zwischen den einzelnen Klassen-Modellstämmen zu rechnen ist. Das Draudtsche Verfahren wird, wenn die Ausführung dem Prinzipe, ein Modell des Bestandes zu bilden, entsprechen, und speziell auch für die Sortimentsverhält-

nisse einen sicheren Anhalt geben soll, stets eine größere Zahl von Modellstämmen, mindestens 10—15, erfordern.

Nicht immer ist es jedoch bei Massenaufnahmen zulässig, in jedem Bestande eine so große Zahl von Modellstämmen zu fällen; Rücksichten auf den Zeitaufwand und auch wirtschaftliche Rücksichten lassen besonders in Beständen, welche nicht allsogleich zur Nutzung gelangen, oft die möglichste Beschränkung in der Zahl der Probestämme notwendig erscheinen. Speziell bei den schwierigen Bringungsverhältnissen des Hochgebirges können solche in entfernten Bringungslagen vereinzelt gefällte Stämme oft nur mit beträchtlichem Wertsverluste oder auch gar nicht verwertet werden. In solchen Verhältnissen ist daher das voraussichtlich günstigste Verhältnis zwischen der Zahl der Modellstämme und der damit erreichbaren Genauigkeit der Aufnahme wohl in Betracht zu ziehen. Dagegen muß der aus ähnlichen Rücksichten oft eingehaltene Vorgang, für ganze Bestände nur einen Mittelstamm oder bei größeren Stärkeunterschieden je einen Modellstamm für die geringeren und die stärkeren Stammklassen zu fällen und diese Stämme dann mit aller Sorgfalt zu kubieren, entschieden als unzweckmäßig bezeichnet werden. Selbst die genaueste Kubierung kann den Fehler, welcher durch die Wahl eines dem wirklichen Durchschnitte der Höhe und Formzahl nicht ganz entsprechenden Stammes begangen wird, nicht beheben, und es ist bei den diesbezüglich im Walde stets gegebenen Schwankungen die Durchschnittszahl aus mehreren, wenn auch weniger genauen Messungen stets mehr wert, als die genaueste Ermittelung des betreffenden Faktors hf an einem einzelnen Stamme.

Es wäre daher in solchem Falle die Messung einer größeren Zahl von Stämmen im Stehenden — etwa nach Preßlers Verfahren der Richthöhe — oder die Aufnahme mittelst Massen- oder Formzahltafeln der Aufnahme mit einer unzulänglichen Zahl von Modellstämmen vorzuziehen.

Bei der A u s w a h l v o n P r o b e s t ä m m e n ist stets mit der möglichsten Sorgfalt vorzugehen und zwar um so mehr, je weniger Stämme gefällt werden sollen. Es ist darauf zu sehen, daß die betreffenden Stämme in bezug auf Höhe, Form und Beastung auch richtige Repräsentanten ihrer Klassen sind. Gabelstämme oder Stämme mit sonst abnormen Bildungen sind auszuschließen, doch ist auch anderseits, besonders wenn die Sortimente erhoben werden sollen, zu vermeiden, daß nur Stämme von ganz tadelloser Schaftbildung genommen werden, welche im Bestande wohl selten bei allen Stämmen zu finden ist. Sehr häufig werden aus dieser Ursache die Modellstämme im Verhältnis zum ganzen Bestande zu günstig gewählt.

An der Meßstelle sollen die Modellstämme regelmäßig geformt und annähernd kreisrund sein, um die Durchmesser derselben möglichst sicher und genau bestimmen zu können. Die Grundstärke derselben ist stets nach zwei, bei starken und weniger regelmäßigen Stämmen auch nach mehreren Richtungen und mindestens auf 0.5 cm genau zu messen; im übrigen soll die Messung derselben in bezug auf Meßhöhe, Beachtung des Wurzelanlaufes, Abschlag für starke Borke u. dgl. in derselben Weise erfolgen, welche bei der Auskluppierung aller Stämme beobachtet wurde. Sind Stämme welche genau dem gesuchten Durchmesser und zugleich sonst als Modellstämme entsprechen würden, nicht zu finden, so unterliegt es keinem Anstande, einen Stamm von etwas größerem und einen zweiten von etwas kleinerem Durchmesser zu wählen, nur sollen sich deren Grundflächen möglichst auf g ausgleichen. Bei der Berechnung der Bestandesmasse nach der Formel $M = m \frac{G}{g}$ ist es überhaupt nicht erforderlich, daß die Modellstämme genau dem berechneten Durchmesser

entsprechen, dagegen kommt es hier darauf an, daß deren Grundfläche möglichst genau bestimmt wird.

Die Modellstämme sollen ferner, besonders bei größerer Zahl derselben, aus verschiedenen Partien des Bestandes gewählt werden, um den oft in nicht geringem Maße gegebenen Unterschieden der Stammhöhen (z. B. in Mulden und auf Riegeln, im unteren und oberen Teile des Bestandes) damit gerecht zu werden.

Die Auswahl der Modellstämme soll stets unmittelbar nach der Auskluppierung und durch dieselbe Person, welche diese geleitet hat, vorgenommen werden, da sich bei dieser Durchgehung des ganzen Bestandes und Besichtigung aller Einzelstämme der Charakter des Bestandes und der einzelnen Stammgruppen am besten einprägt und also auch unmittelbar hierauf die Auswahl am besten getroffen werden kann.

Die Kubierung der Modellstämme erfolgt, wenn dieselben nicht in Sortimente aufgearbeitet werden, für den Schaft in 2—4 m langen Sektionen, deren mittlerer Durchmesser womöglich übers Kreuz genau zu messen und in ein für diese Messung und Berechnung entsprechend eingerichtetes Aufnahmsheft einzutragen ist. Das stärkere Astholz kann nach Aufarbeitung desselben in 1 m lange Stücke gleichfalls stereometrisch aus den mittleren Durchmessern auf seinen Holzmassengehalt berechnet werden; das geringere Reisig und unregelmäßige Aststücke sind entweder nach Raummaß oder für genaue Erhebungen durch Aichung und Wägen aufzunehmen. Soll die Holzmasse getrennt nach Derbholz und Reisig ermittelt werden, so sind diese sowohl am Schafte als auch im Astholze noch vor der Messung zu trennen. Wo das geringere Astholz gar nicht zur Verwertung gelangt, da kann selbstverständlich auch die Aufnahme desselben ganz unterbleiben.

Sollen nicht alle Modellstämme oder überhaupt gar keine Probestämme gefällt werden, so können auch einzelne derselben (oder auch sämtliche), sei es durch indirekte Messung oberer Durchmesser (Bestimmung der Formzahl aus dem Formquotienten $\delta : d$) oder nach Preßlers Richthöhenmethode stehend kubiert werden.

§ 37. Massenaufnahme nach der Bestandes-Richthöhe. Wir haben bereits in § 28 gesehen, daß die Bestandesmasse auch als Produkt aus der Stammgrundfläche $\times {}^2/_3$ der Richthöhe, $M = {}^2/_3 GR$, aufgefaßt werden kann, was selbstverständlich ebenso für einzelne Stammklassen des Bestandes gilt. Von der Anschauung ausgehend, daß es nicht schwer sei, die mittlere Bestandes-Richthöhe zu erkennen (da die Richthöhen, ebenso wie die Walzenhöhen der Stämme, in viel geringerem Maße schwanken als die Scheitelhöhen), empfiehlt Preßler die Anwendung dieser einfachen Formel für die Massenaufnahme ganzer Bestände in der Weise, daß deren Stammgrundfläche durch Auskluppieren erhoben, die durchschnittliche Richthöhe an einer Reihe von Stämmen, welche dieselbe zu repräsentieren scheinen, gemessen und das arithmetische Mittel dieser Messungen (erhöht um die halbe Meßhöhe) als Bestandesrichthöhe R mit ${}^2/_3 G$ multipliziert wird. Man erhält damit die Masse des Schaftholzes, zu welcher dann die Astmasse nach erfahrungsmäßigen Prozenten (Preßlers Forstliches Hilfsbuch, Tafel 12) hinzuzurechnen ist.

Man kann aber auch, ebenso wie bei der Aufnahme mittelst Probestämmen, nach der Auskluppierung geeignete Stärke- bezw. Höhenklassen bilden und für jede dieser Klassen die durchschnittliche Richthöhe an wenigstens 5—6 Stämmen erheben, und dann jede Klasse für sich berechnen, oder auch — wenn die einzelnen Klassen annähernd gleiche Stammgrundflächen haben — die Gesamt-Stammgrundfläche G mit dem arithmetischen Mittel dieser Klassen-Richthöhen multiplizieren.

Der Masseninhalt der einzelnen Klassen ist $M_1 = {}^2/_3 G_1 R_1$, $M_2 = {}^2/_3 G_2 R_2$ usw. jener des ganzen Bestandes

$$M = M_1 + M_2 + \ldots + M! = {}^2/_3 G_1 R_1 + \ldots + {}^2/_3 G_2 R_2 + \ldots + {}^2/_3 G! R!.$$

Um hier das arithmetische Mittel aller Richthöhen einführen zu können, muß

$$G_1 = G_2 = \ldots = G_x = \frac{G}{x}$$

sein, dann ist auch

$$M = {}^2/_3 G \left(\frac{R_1 + R_2 + \ldots + R_x}{x} \right).$$

In dem als Beispiel in dem vorhergehenden § aufgeführten Bestande seien mehrere Richtpunkthöhen zwischen 20 m und 22 m, im Mittel mit 20.8 m gemessen worden. Die in Rechnung zu stellende Richthöhe beträgt $R = r + \frac{m}{2} = 20.8 + 0.6 = 21.4$ m; die Holzmasse berechnet sich demnach auf $63.27 \times \frac{2}{3} \times 21.4 = 902.6$ fm Schaftholz, wozu noch die Astmasse mit etwa 5% der Schaftholzmasse zu rechnen wäre.

§ 38. Bestandesaufnahme mit Hilfe von Massen- oder Formzahltafeln. Sowohl die Formzahl- als die Massentafeln erscheinen prinzipiell für die Anwendung bei der Massenaufnahme ganzer Bestände um so geeigneter, als sie die Mittelwerte aus der Messung zahlreicher Stämme enthalten und anzunehmen ist, daß die zahlreichen Stämme eines Bestandes unter sonst übereinstimmenden Verhältnissen sich gleichfalls diesem Mittelwerte nähern werden. Die Anwendung solcher Tafeln wird um so bessere Resultate liefern, je mehr bei deren Aufstellung auf die die Stammform bedingenden Umstände Rücksicht genommen wurde und die Angaben der Tafeln selbst nach diesen einflußnehmenden Faktoren (Holzart, Altersstufen, Standortskategorien, Bestandesform etc.) gegliedert sind und je mehr die Verhältnisse des aufzunehmenden Bestandes mit jenen, unter welchen die Erhebungen für die Tafeln gemacht wurden, übereinstimmen.

Die meisten Formzahltafeln geben nur ganz allgemeine Durchschnittsziffern, z. B. nur die Formzahlen für die verschiedenen Stammhöhen je einer Holzart: auch die bayerischen Massentafeln fassen wohl noch zu große Altersstufen und Bestandesverschiedenheiten in einen Durchschnittswert zusammen.

Die Anwendung solcher Tafeln wird zwar in gewöhnlichen Durchschnittsbeständen ganz gute Resultate geben, oft sogar bessere als die Aufnahme mit wenigen Probestämmen; bei außergewöhnlichen Bestandesverhältnissen aber ist die Anwendung der letzteren vorzuziehen, wenn eine zuverlässigere Massenaufnahme erzielt werden soll.

Für die Bestandesaufnahme mit Hilfe von Formzahl- oder Massentafeln wird die Auskluppierung des Bestandes in gleicher Weise wie bei den vorigen Verfahren vorgenommen; für die Massenberechnung wird in beiden Fällen am besten von den bei der Auskluppierung gebildeten Stärkestufen ausgegangen, daher auch zweckmäßig die Abstufung derselben nicht zu klein (2—4 cm) zu wählen ist.

Bei der Anwendung von Formzahltafeln werden die Kreisflächen der einzelnen Stärkestufen wie früher einer Tafel der vielfachen Kreisflächen entnommen und im Aufnahmsbuche eingetragen, dann die Höhe der einzelnen Stärkestufen an mehreren Stämmen gemessen, die gefundenen Durchschnittshöhen derselben (eventuell zu einer entsprechenden Reihe ausgeglichen) eingetragen und die diesen Höhen, bezw. Durchmessern, entsprechenden Formzahlen aus der Tafel entnommen. Die Holzmasse der einzelnen Stärkestufen ergibt sich dann aus $M_1 = G_1 h_1 f_1$, $M_2 = G_2 h_2 f_2$ usw. und die Gesamtmasse aus der Summe $M = M_1 + M_2 + \ldots + M_x$.

Für weniger genaue Aufnahmen wäre es auch zulässig, nur die mittlere Bestandeshöhe zu bestimmen, dann die dieser entsprechende (mittlere) Formzahl der Tafel zu entnehmen und dann die Holzmasse direkt aus $M = GHF$ zu berechnen.

Für die Bestandesaufnahme wird indes zumeist die Anwendung der Massentafeln ihrer größeren Bequemlichkeit halber vorgezogen, welche wir daher auch an dem bereits in den vorigen Paragraphen benützten Beispiele durchführen wollen.

Die Aufnahme im Bestande teilt sich wie in dem eben behandelten Falle in die Auskluppierung und die Messung der Stammhöhen. Erstere hat hier nur den Zweck, die Zahl der Stämme in den einzelnen Stärkestufen kennen zu lernen; die Berechnung der Kreisflächen kann ganz entfallen. Der Ermittelung richtiger Stamm-Durchschnittshöhen für die einzelnen Klassen wird wie im vorigen Falle eine besondere Sorgfalt zugewendet. Man mißt für diesen Zweck möglichst für alle Stärkestufen mehrere Höhen, und berechnet die Durchschnittswerte für die einzelnen Stufen, welche Reihe der gefundenen Durchschnittshöhen einerseits für manche Stärkestufen, für welche zufällig keine Höhe gemessen wurde, zu interpolieren und anderseits zu einer gesetzmäßigen Reihe auszugleichen ist, was am besten graphisch erfolgt, indem man auf Millimeterpapier die Durchmesser als Abszissen, die diesen entsprechenden Durchschnittshöhen als Ordinaten aufträgt und durch die Endpunkte der letzteren eine ihre Werte ausgleichende Kurve hindurchzieht. (Vergl. Fig. 44 Seite 229.) Für das Eintragen und Ausgleichen der Höhen mag das folgende Beispiel dienen (Muster 4).

Muster 4.
Höhenmessung für den Bestand.

Durchmesser:	20	24	28	32	36	40	44	48
Höhen in Meter:	25.0 24.2	26.8	29.4	30.1 30.5	31.0 29.6	30.8	32.5 31.8	31.6
Mittel:	24.6	26.8	29.4	30.3	30.3	30.8	32.1	31.6
korrigierte Höhen:	24	27	29	30	31	31	32	32

Die Höhen sind auch hier möglichst abwechselnd in den verschiedenen Bestandespartien zu messen und können in der Regel von einem Standpunkte aus mehrere Baumhöhen gemessen werden, wobei ein Gehilfe die Entfernung von den betreffenden Stämmen mit dem Meßbande abmißt und zugleich deren Grundstärke mit der Kluppe mißt. Auf diese Weise geht die Messung auch einer größeren Zahl von Baumhöhen sehr rasch vonstatten. Die korrigierten Höhen werden in ganze Meter abgerundet, weil die Tafeln nur Höhenabstufungen von ganzen Metern enthalten. Die weitere Durchführung der Berechnung und die Form, in welcher dieselbe einzutragen ist, ist aus nachfolgendem Muster 5 ersichtlich.

Die Ansätze für die Holzmasse des Einzelstammes sind den auf Metermaß umgerechneten bayerischen Massentafeln entnommen. Das Produkt dieser Holzmasse mit der Stammzahl der betreffenden Stärkestufe gibt die Holzmasse für die einzelnen Stärkestufen und die Summe dieser die Holzmasse des ganzen Bestandes und zwar im vorliegenden Falle (für Fichte) ausschließlich des Astholzes.

Dem Ergebnis der Aufnahme nach einer Massentafel ist hier auch das Ergebnis nach der aus der Aufnahme von zehn Modellstämmen konstruierten Massenkurve zum Vergleich gegenübergestellt. Man ersieht daraus, daß nach letzterer die Massen der Einzelstämme von den Angaben der Massentafel nicht unwesentlich abweichen, indem erstere bei den geringen Stammklassen geringer, bei den höheren Stammklassen aber größer sind als letztere. Dieses von Dr. Speidel empfohlene Massenkurvenverfahren gehört, da für die Feststellung der Massenkurve die Inhaltsermittelung an einer Anzahl von Probestämmen notwendig ist, zu den Aufnahmsmethoden mittels Probestämmen und wäre als eine besondere Ausführung der Bestandesaufnahme nach Stärkestufen zu bezeichnen. Speidel empfiehlt dabei die Verzeichnung einer zweiten Massenkurve aus den Ansätzen einer Massentafel als Anhalt, bezw. als Leitkurve, zu benützen; doch ist zu beachten, daß häufig der Verlauf der örtlich richtigen

Muster 5.
Bestandesaufnahme nach Massentafeln und nach der Massenkurve.

Durchmesser bei 1.3 m	Holzart: Fichte	Stammzahl	Höhe	Holzmasse			
				nach der Massentafel		nach der Massenkurve	
				per Stamm	im ganzen	per Stamm	im ganzen
cm			m	Festmeter			
20		33	24	0.38	12.5	0.37	12.2
24		79	27	0.60	47.4	0.54	42.7
28		108	29	0.86	92.9	0.80	86.4
32		135	30	1.13	152.6	1.09	147.2
36	Raum für die Auszählung	120	31	1.46	175.2	1.44	172.8
40		114	31	1.77	201.8	1.86	212.0
44		58	32	2.17	125.9	2.33	135.1
48		32	32	2.53	81.0	2.86	91.5
		679			889.3		899.9

Massenkurve mit der aus der Massentafel entnommenen Kurve nicht übereinstimmen wird. Kopezky leitet dagegen aus der nach Flächestufen verzeichneten Massenlinie eine Näherungsformel ab, nach welcher die Bestandesmasse berechnet werden soll [1]).

§ 39. **Holzmassen-Ermittelung durch Schätzung. 1. Stammweise Abschätzung.** Dieses in früherer Zeit oft angewendete Verfahren besteht darin, daß man den ganzen Bestand, ebenso wie bei der Auskluppierung, streifenweise durchgeht, dabei jeden Stamm auf seine Masse anschätzt und diese Massen in einem Aufnahmsbuche notiert, deren Summe dann die Holzmasse des ganzen Bestandes gibt.

Die bereits geschätzten und mit ihrer Masse notierten Stämme sind in ähnlicher Weise wie bei der Auskluppierung mit einem Baumreisser oder dgl. zu bezeichnen.

Anstatt des ganzen Bestandes kann auch eine gewählte kleinere Probefläche in dieser Weise abgeschätzt werden, wobei dann die Holzmasse des ganzen Bestandes aus der Gleichung $M = m \frac{F}{f}$ zu bestimmen ist.

Gegen dieses Verfahren läßt sich vor allem einwenden, daß man in derselben Zeit, welche die Abschätzung und Notierung des Kubikinhaltes aller Stämme erfordert, auch die Stammgrundfläche mit der Kluppe aufnehmen kann und dann nach Messung einiger Baumhöhen und mit Anwendung der Massentafeln oder durch Messung der Bestandes-Richthöhe in gleicher Zeit ein entschieden sichereres Resultat bekommt als mit der bloßen Abschätzung.

Bezüglich der Genauigkeit dieses Verfahrens gilt das über die Schätzung der Einzelstämme Gesagte; eine Ausgleichung der bei dieser Einzelschätzung begangenen Fehler wird in der Regel nicht eintreten; es werden vielmehr je nach der individuellen Auffassung des Taxators meist alle Stämme zu hoch oder zu nieder geschätzt; auch ist das fortwährende Insaugefassen der Stämme und Erwägen ihres wahrscheinlichen Inhaltes sehr ermüdend und werden schließlich die Einträge meist nur mehr mechanisch notiert.

Eine größere Sicherheit würde im Verlaufe des Schätzens nur dann gewonnen werden, wenn zeitweilig ein geschätzter Stamm auch gefällt und kubiert und damit der Schätzungsmaßstab berichtigt werden könnte.

1) Siehe Centralblatt f. d. g. F. 1899, Seite 481.

Es steht also hier der erforderliche Zeitaufwand zur erreichbaren Genauigkeit der Aufnahme in sehr ungünstigem Verhältnisse und ist daher diese Methode insbesondere für geschlossene, stammreiche Bestände nicht zu empfehlen. Dagegen kann in sehr lichten Beständen mit nur wenigen, meist sehr starken Stämmen (Abtriebshau, Oberständer des Mittelwaldes u. dgl.) ein ähnlicher Vorgang eingehalten werden, wenn dabei die Schätzung auch durch einzelne Messungen unterstützt wird.

2. Die Okularschätzung der Bestandesmasse, d. h. das direkte Ansprechen der Holzmasse entweder pro Hektar oder auch gleich für den ganzen Bestand ist wegen der vielen dabei in Frage kommenden und zum Teil schwer erfaßbaren Faktoren (Stammzahl oder Stammgrundfläche, Höhe, Formzahl) stets sehr schwierig und unsicher, daher nur sehr ausnahmsweise und auch dann nur von sehr geübten und erfahrenen Taxatoren anzuwenden. Auch hier kann, ähnlich wie bei der Schätzung einzelner Stämme, die Schätzung dadurch etwas sicherer gestaltet werden, daß man die einzelnen Faktoren ins Auge faßt, z. B. die Stammzahl auf einer kleinen mit 10×10 gedachten oder abgesteckten Fläche erhebt, oder die Stammgrundfläche pro Hektar nach Anhalt früher ausgeführter Erhebungen oder auch durch Schätzung der mittleren Stammentfernung und der mittleren Stammstärke beurteilt und ebenso die Höhe und Formzahl einschätzt. Insbesondere ist bei solcher Massenschätzung die Bestandes höhe wohl zu berücksichtigen.

Am schwierigsten ist es, für die Stammzahl oder Stammgrundfläche einen sicheren Anhalt zu gewinnen, während die Höhen leicht einzuschätzen oder auch zu messen sind, und die Formzahlen überhaupt bei nicht allzu abnormen Beständen sich in ziemlich engen Grenzen bewegen. (So kann in haubaren geschlossenen Beständen die Schaftformzahl für die Fichte mit 0.47—0.48, für die Tanne mit 0.49 bis 0.50, die Baumformzahl für die Kiefer mit 0.50, für die Buche mit 0.55 usw. im Durchschnitte angenommen werden.) Auch empfiehlt es sich eventuell die direkt vorgenommene Massenschätzung in der Weise zu kontrollieren, daß man die Bestandeshöhe und Formzahl anschätzt (eventuell auch erstere mißt), dann die angenommene Holzmasse pro Hektar durch hf dividiert und nun beurteilt, ob die so erhaltene Stammgrundfläche mit Rücksicht auf die Dichte und Stärke des Bestandes entspricht oder nicht. Man wird sich auf solche Weise wenigstens vor groben Fehlern schützen, während sonst bei direkter Anschätzung Fehler von 50 Prozent und selbst mehr keineswegs ausgeschlossen sind.

Wir haben schon früher (§ 31) auch das Bretschneidersche Verfahren der Aufnahme von Probelinien als ein solches zur annähernden Bestimmung der Stammzahlen und Grundflächen kennen gelernt. Noch einfacher ist es, im Bestande eine Anzahl von Stammentfernungen und Stammdurchmessern, die man als mittlere einschätzt, zu messen. Das Quadrat der durchschnittlichen Stammentfernung dividiert in die Fläche eines Hektar (10 000 m^2) ergibt die Stammzahl pro Hektar und diese multipliziert mit der Kreisfläche des Mittelstammes die Stammgrundfläche. Wäre z. B. die mittlere Stammentfernung eines Bestandes mit 4.0 m und der mittlere Durchmesser mit 33 cm erhoben, so ist die Stammzahl annähernd $= \frac{10.000}{16} = 625$ und $G = 625 \times 0.0855 = 53.44$ m^2. Ist ferner die mittlere Bestandeshöhe mit 26 m gemessen und die mittlere Formzahl mit 0.47 geschätzt, so ergibt dies eine Holzmasse pro Hektar von $M = 53.44 \times 26 \times 0.47 = 652$ fm.

Der technisch gebildete Forstwirt wird in der Regel leichter die Holzmasse pro Hektar schätzen, während Holzarbeiter und Holzhändler meist direkt die Masse des ganzen Bestandes ins Auge fassen.

3. Bestandesschätzung nach Anhalt einzelner Probeaufnahmen (Lokalbestandestafeln). Sollen in einem größeren Forste, z. B. in einem Verwaltungsbezirke, die Holzmassen aller haubaren Bestände erhoben werden, ohne daß eine wirkliche Massenaufnahme durch Messung für alle

Bestände zulässig wäre, so erhält man für solche schätzungsweise Massenbestimmung immer noch den sichersten Anhalt, wenn man in dem betreffenden Forste zuerst charakteristische Bestände für die verschiedenen Standorts- und Bestandeskategorien auswählt, in diesen die vorhandene Holzmasse pro Hektar durch Probeflächen wirklich erhebt und sich dann diese Erhebungen unter Beifügung der standörtlichen und besonderen Bestandesverhältnisse (Holzart, Alter, Bestockungsgrad, Stammzahl, Stammgrundfläche, Bestandeshöhe etc.) übersichtlich geordnet zu einer Lokalbestandestafel zusammenstellt.

Durch Vergleich der übrigen einzuschätzenden Bestände mit diesen Musterbeständen hinsichtlich ihrer Standortsverhältnisse und ihres ganzen Bestandescharakters, insbesondere aber bezüglich der Bestandeshöhe, kann jeder einzuschätzende Bestand entweder direkt einem bestimmten Musterbestande gleichgesetzt, d. h. die dort erhobene Holzmasse pro Hektar auf diesen übertragen, oder nach Erfordernis (z. B. bei geringerer Bestockung, etwas geringerer oder größerer Bestandeshöhe unter sonst gleichen Verhältnissen) wenigstens in ein entsprechendes Verhältnis zu demselben in der Art gestellt werden, daß etwa 10, 15 bis 20 Prozent von der dort erhobenen Masse in Abzug gebracht oder zu derselben hinzugerechnet werden. Auch kann innerhalb nicht zu großer Altersdifferenzen der im Musterbestande erhobene Haubarkeits-Durchschnittszuwachs für die Massenbestimmung jüngerer oder älterer, aber sonst mit denselben gleichartiger Bestände benützt werden.

Um dabei die Musterbestände auch weiterhin stets vor Augen haben und sich deren Bestandescharakter wiederholt einprägen zu können, sollen die betreffenden Probeflächen bleibend bezeichnet und womöglich in die Nähe von häufig zu begehenden Wegen oder Fußsteigen gelegt werden.

4. Bestandesschätzung nach allgemeinen Ertragstafeln. Viel weniger sicher als das eben beschriebene Verfahren ist die Schätzung der Holzmasse eines Bestandes nach allgemeinen Ertragstafeln, welche die Holzmassen normal bestockter Bestände in verschiedenen Altersstufen und nach mehreren Standortsklassen getrennt angeben.

Bei der Anwendung solcher Ertragstafeln zur Massenschätzung ist nötig:

a. das Anschätzen der Standortsklasse, welcher der Bestand angehört,

b. die Erhebung des Bestandesalters,

c. die Feststellung des Verhältnisses der wirklichen Bestockung des Bestandes zur normalen der Ertragstafel und

d. bei gemischten Beständen die Anschätzung des Anteiles der Bestandesfläche (des Standraumes), der den einzelnen Holzarten zukommt.

ad a. Die älteren Ertragstafeln (von Preßler, Burckhardt, Feistmantel etc.) enthalten keinen Anhalt, wonach die Standortsklasse beurteilt werden könnte, und wäre eine für alle Verhältnisse auch lokal zutreffende Standortscharakteristik in einer allgemeinen Ertragstafel überhaupt unmöglich; es ist demnach hier schon die Feststellung der Standortsklasse sehr unsicher und muß dabei hauptsächlich wieder von dem zu schätzenden Bestande selbst ausgegangen werden. Nur auf Grund vielfacher Erfahrung durch ausgedehnte und wiederholte wirkliche Bestandesaufnahmen ist im Ansprechen der Standortsklassen eine größere Sicherheit zu gewinnen. In den neueren Ertragstafeln ist zwar die Bestandeshöhe als Weiser für die Bestimmung der Standortsgüte enthalten und diese damit wesentlich erleichtert; doch ist zu beachten, daß die meisten dieser Ertragstafeln nur für ziemlich eng begrenzte Gebiete, bezw. Standorts- und Bestandesverhältnisse aufgenommen sind (Baurs Ertragstafeln der Fichte und Buche und Loreys Tafeln für die Weißtanne aus den

württembergischen, Kunzes Tafeln für Fichte und Kiefer aus den sächsischen Staatsforsten), und auf andere Gebiete mit vielleicht ganz verschiedenen Wachstumsverhältnissen nicht ohne weiteres zu übertragen sind.

ad b. Das Alter des Bestandes wird durch Abzählen der Jahrringe an frischen Stöcken oder eigens zu diesem Zwecke gefällten Stämmen bestimmt.

ad c. Auch die Beurteilung des Bestockungsgrades gegenüber der in den Tafeln zugrunde gelegten Normalbestockung ist ziemlich unsicher, weil der Begriff der Normalbestockung nicht genau definierbar ist und je nach der Auffassung über die richtige Bestandesstellung sehr verschieden sein kann. Einen sicheren Anhalt für die Bestockungsziffer, welche meist in Zehnteln der Normalbestockung angegeben wird, könnte man nur durch Aufnahme der Stammgrundfläche pro Hektar gewinnen, damit wäre aber der zeitraubendste Teil der Massenaufnahme bereits vollzogen und die Ertragstafel zum Zwecke der Bestandesschätzung überflüssig.

ad d. Auch diese Anschätzung ist keineswegs eine leichte und sichere; und wäre auch hier wieder die Stammgrundfläche, mit welcher die einzelnen Holzarten vertreten sind, am besten als Anhalt zu benutzen. Auch ist zu beachten, daß die Holzmasse des gemischten Bestandes nicht immer derjenigen zweier reiner Bestände mit gleichem Flächenanteile gleich ist, daher auch die bloße Summierung der aus den Ertragstafeln für die betreffenden Holzarten entnommenen und nach dem Flächenanteile reduzierten Holzmassen nicht die Holzmasse des gemischten Bestandes ergibt.

Auch bei der Anwendung dieses Verfahrens der Bestandesschätzung wäre es geraten, das Ergebnis derselben stets noch durch Beurteilung der Bestandesmasse nach Anhalt früher ausgeführter Erhebungen oder durch Einschätzung der Faktoren Stammgrundfläche, Höhe und Formzahl oder auch der Stammzahl und des Kubikinhaltes der Mittelstämme zu kontrollieren.

Zur Vereinfachung dieser Schätzung werden auch Tabellen benützt, welche entweder ziffermäßig oder graphisch die den Bestandesmittelhöhen entsprechenden Holzmassen nach den einzelnen Holzarten angeben (Schätzung der Bestandesmasse nach der Mittelhöhe) [1]). Dieses Verfahren setzt voraus, daß der Faktor g.f bei den einzelnen Holzarten für bestimmte Höhen ziemlich konstant ist, was allerdings nicht immer zutreffen wird. Die der Tafel entnommene Holzmasse ist dann noch nach Maßgabe der Bestockungsziffer zu reduzieren.

§ 40. **Wahl der Methoden für verschiedene Zwecke der Holzmassenermittelung.** Obwohl die Anwendbarkeit der einzelnen Methoden der Bestandesaufnahme bereits bei deren Besprechung stets auch in Berücksichtigung gezogen wurde, so mögen doch hier am Schlusse dieses Hauptabschnittes noch einige kurze Bemerkungen darüber Platz finden.

Die Wahl der Methode ist abhängig:

1. von dem erforderlichen Grade der Genauigkeit und insoferne also von dem Zwecke der Massenerhebung.
2. Von der Beschaffenheit des Bestandes und
3. von der Möglichkeit und Zulässigkeit größerer Probefällungen.

Für Massenermittelungen zum Zwecke der Wertberechnung (des Verkaufes) ist stets die möglichste Genauigkeit anzustreben, und ist es in diesem Falle meist auch erwünscht, das Resultat direkt in den verschiedenen Verkaufsmassen und mit möglichst sicherem Anhalt für das Sortimentsergebnis zu erhalten, daher das Draudtsche, bezw. Urichsche Verfahren in der Regel allen anderen vorzuziehen. Ebenso wird für wissenschaftliche Untersuchungen und Versuche stets das genaueste Verfahren einzuhalten sein.

Die Massenermittelung zum Zwecke der Betriebseinrichtung oder Waldertrags-

1) Siehe Reuß, Ueber die Schätzung der Bestandesmassen. Wiesbaden 1905.

regelung umfaßt in der Regel sehr große Bestandesflächen; es wird daher ein einfacheres und rascher zum Ziele führendes Verfahren besonders für alle jüngeren Bestände um so eher zulässig sein, als es sich hier nicht, wie im vorigen Falle, um Mein und Dein handelt und zudem die Massenaufnahme in der Regel mindestens alle 10 Jahre wiederholt wird. Insbesondere dürfte für diesen Zweck die Aufnahme größerer Bestände nach Probeflächen meist genügen. Für andere wirtschaftliche Zwecke endlich können selbst die einfachsten Aufnahmsverfahren zulässig sein.

Wird nicht sehr große Genauigkeit der Massenermittelung gefordert, so ist für Bestände von gewöhnlicher Durchschnittsbeschaffenheit die Aufnahme mit Hilfe von Massen- oder Formzahltafeln oder auch nach der Bestandesrichthöhe, für außergewöhnliche Bestände speziell die letztere zu empfehlen.

Für größere Genauigkeit ist die Aufnahme nach Probestämmen vorzuziehen, und zwar nur bei sehr gleichmäßigen Beständen nach dem Bestandes-Mittelstamme, welcher aber stets in m e h r e r e n Exemplaren zu fällen ist, sonst aber, wenn die Zahl der Probestämme beschränkt bleiben soll, durch Bildung von Stärkeklassen und Verteilung der Modellstämme auf dieselben nach Verhältnis der Stammgrundflächen, bei Anwendung einer größeren Zahl von Probestämmen aber nach dem Draudtschen oder Urichschen Verfahren. Letzteres wäre auch stets dann anzuwenden, wenn auch das Sortimentsverhältnis erhoben werden soll, oder das Resultat nicht in Festmaß, sondern in Verkaufsmassen gewünscht wird. Bei allen diesen Aufnahmsmethoden verdient statt der direkten Verwendung der an Modellstämmen für die einzelnen Stammklassen erhobenen Holzmassen die Verwendung der nach dem Massenkurvenverfahren festgestellte Holzmasse der betreffenden idealen Mittelstämme den Vorzug.

Die Bildung von Höhenklassen sucht man, weil sie die Aufnahme verumständlichen, zu vermeiden, und wird sie daher nur bei sehr großer Unregelmäßigkeit der Höhen in Anwendung kommen.

Die bloße S c h ä t z u n g der Bestandesmassen soll ebenso wie die Schätzung des Kubikinhaltes der Einzelstämme möglichst durch eine, wenn auch einfache und weniger genaue M e s s u n g ersetzt werden; wo dieselbe jedoch stattfinden soll, kann allein die Methode nach eigenen vorausgegangenen Probemessungen empfohlen werden.

Im allgemeinen sei wiederholt, daß auch bei der Bestandesaufnahme nicht immer jenes Verfahren das beste ist, welches das genaueste Resultat, sondern jenes, welches mit geringstem Zeit- und Kostenaufwande ein h i n r e i c h e n d genaues Resultat liefert. Dabei sind auch der häufig eintretende Wertsverlust bei den in schwierigeren Bringungslagen gefällten Probestämmen und die eventuelle wirtschaftliche Störung durch ausgedehntere Probeholzfällungen in Rechnung zu ziehen.

IV. Ermittelung des Alters von Stämmen und Beständen.

§ 41. Z w e c k d e r A l t e r s b e s t i m m u n g. Für viele Aufgaben der Zuwachsermittelung, für die Erforschung der Wachstumsgesetze am Baume und Bestande, endlich für manche Zwecke der Forsteinrichtung ist eine genaue Altersbestimmung für einzelne Stämme oder ganze Bestände unerläßlich, und es würde hier oft die sorgfältigste Massenermittelung ihren Wert verlieren, wenn nicht eine richtige Altersbestimmung damit Hand in Hand geht.

So kann eine Feststellung der durchschnittlichen Zuwachsleistung unserer Waldbäume nach Stärke, Höhe und Holzmasse und die Feststellung ihres Entwickelungsganges nach den angegebenen Richtungen im Wege der Stammanalyse, ebenso

die für die Beurteilung der Ertragsfähigkeit unserer Waldungen so wichtige Bestimmung des durchschnittlichen Massenzuwachses der Bestände je nach Holzart und Standort nicht ohne vorherige sorgfältige Feststellung des Alters der betreffenden Stämme oder Bestände erfolgen.

Speziell für die Zwecke der Forsteinrichtung benötigen wir die Altersbestimmung zumeist:

1. Bei jüngeren Beständen (seltener für ältere Bestände), wenn deren Holzmasse oder gegenwärtiger Massenzuwachs unter Anwendung von Ertragstafeln bestimmt werden soll, um eben den Tafeln die dem betreffenden Alter entsprechende Massen- oder Zuwachsgröße entnehmen zu können.

2. Zur Ermittelung der Ertragsfähigkeit der einzelnen Standortskategorien und zur Einreihung der Bestände in die Standortsklassen, wofür der Durchschnittszuwachs älterer Bestände, deren Masse speziell erhoben wurde, maßgebend ist. Für die Berechnung dieses Durchschnittszuwachses $\left({}_dZ = \frac{M_a}{a}\right)$ ist aber das Alter a des betreffenden Bestandes ein maßgebender Faktor.

3. Bei Aufnahme von Beständen zur Aufstellung einer Ertragstafel, um dieselben bezüglich ihrer Massen, Höhen etc. in die betreffenden Reihen richtig einstellen zu können.

4. Für die Bestimmung der wahrscheinlichen Abtriebszeit (des Eintretens der Hiebsreife) der einzelnen Bestände, bezw. zur richtigen Einreihung derselben in die Perioden des Umtriebes.

5. Für die Uebersicht des gegenwärtigen Altersklassenverhältnisses der Betriebsklassen und dessen Vergleichung mit dem Normalstande.

Für die letzteren beiden Zwecke genügt eine bloß annähernde Altersbestimmung, etwa in den Grenzen von 10 zu 10 Jahren; in allen anderen Fällen aber ist eine genaue Altersbestimmung erforderlich und ist letztere von besonderer Bedeutung bei allen Erhebungen, welche die Erforschung der Wachstumsgesetze zum Zwecke haben, also bei Stammanalysen und Aufnahme für Ertragstafeln, da hier die Massen, Höhen etc. als eine Funktion der Zeit, bezw. des Baum- oder Bestandes-Alters, zu betrachten sind.

Die Altersbestimmung der Bestände setzt selbstverständlich die Altersbestimmung einzelner Stämme voraus und wäre, wenn wir es nur mit ganz gleichalterigen Beständen zu tun hätten, auch die erstere mit der letzteren bereits gegeben; da aber die Bestände häufig mehr oder weniger ungleichalterig sind, so tritt noch die Aufgabe hinzu, für solche das richtige mittlere Bestandesalter zu bestimmen.

§ 42. Altersermittelung von Einzelstämmen. a) Bestimmung des Alters stehender Stämme.

Nur selten sind wir in der Lage, das Alter stehender Stämme hinreichend genau bestimmen zu können, in der Regel wird hiezu die Fällung des Stammes unerläßlich sein; wir wollen jedoch kurz auch jener Anhaltspunkte gedenken, durch welche das Alter stehender Stämme annähernd ermittelt werden kann.

Unter sonst sehr gleichartigen Verhältnissen mag immerhin schon die Stärke und Höhe der Stämme als Anhaltspunkt zur Beurteilung ihres Alters dienen, da ja beide Dimensionen mit zunehmendem Alter größer werden; im allgemeinen aber ist dieser Anhalt wegen des großen Einflusses, den der Standort und die Behandlung des Bestandes auf die Entwicklung der Stärke und Höhe der Einzelstämme ausüben, besonders bei wechselnder Standortsgüte und bisher ungleichmäßiger Beschaffenheit der Bestände ein sehr wenig verläßlicher. Nicht selten haben 90—100jährige Be-

stände auf ungünstigem Standorte, oder in zu dichtem Schlusse erwachsen, nach Stärke und Höhe das Ansehen eines kaum 50jährigen Bestandes, doch wird in solchen Fällen meist schon die rauhere und borkige Rinde, bei Kiefer oder Tanne auch die Abwölbung des Gipfels auf ein höheres Alter hindeuten und man wird bei einiger Erfahrung über die lokalen Verhältnisse durch Beachtung aller dieser Anzeichen, der Stärke, Höhe, der Rindenbeschaffenheit, der Ast- und Gipfelbildung im Zusammenhang mit den standörtlichen Verhältnissen wohl in der Lage sein, das Alter der Stämme auf etwa 10—20 Jahre einzugrenzen.

Bei jüngeren Nadelholzstämmen, besonders der Kiefer, dann auch der Fichte und Tanne, gibt uns deren Eigentümlichkeit, am Grunde jedes Jahrestriebes einen deutlichen Astquirl anzusetzen, einen sehr günstigen Anhalt zur Altersbestimmung; oft sind die sämtlichen, zwischen den Astquirlen gelegenen Jahres-Höhentriebe noch bis herunter an den Fuß des Stammes zählbar und geben dann direkt das Alter an, oder es sind, wenn die unteren Astquirlen bereits unkenntlich geworden sind, zu der an den oberen Trieben gezählten Anzahl der Jahre noch so viele Jahre hinzuzurechnen, als die Pflanze vermutlich bis zur Erreichung des ersten deutlichen Astquirles benötigte.

Bei älteren, aber nicht zu starken Stämmen, sowie bei den Holzarten, welche überhaupt nicht deutliche Astquirle bilden (Lärche und Laubhölzer), kann auch Preßlers Zuwachsbohrer (siehe § 45) für die annähernde Altersbestimmung gute Dienste leisten. Man entnimmt zu diesem Zwecke nicht zu hoch über dem Stammgrunde, aber jedenfalls oberhalb des Wurzelanlaufes mit dem genannten Instrumente einen Bohrspan in der Richtung gegen die Stammitte und zählt auf diesem die Anzahl der Jahresringe. Da mit dem gewöhnlichen Zuwachsbohrer 8—10 cm tief gebohrt werden kann, so erhält man bei Stämmen, die an der Bohrstelle nicht über 20 cm stark sind, damit direkt die Anzahl der Jahresringe in der betreffenden Stammhöhe, und hat zu diesen, um das Alter des Stammes zu erhalten, wieder die Anzahl der Jahre hinzuzurechnen, welche nach den lokalen Wachstumsverhältnissen die junge Pflanze mutmaßlich bis zur Erreichung der Bohrhöhe benötigte.

Wird mit dem Bohrspan die Mitte des Stammes nicht erreicht, so ist außerdem noch die Anzahl der Jahrringe hinzuzurechnen, welche auf dem fehlenden Stücke bis zur Stammitte vermutlich noch enthalten sein dürften. Die Jahrringzahl ist aber nicht nach der durchschnittlichen Breite der Jahrringe des Bohrspanes, sondern nach dem Verhalten der Jahrringbreiten gegen die Stammitte zu, wo dieselben meist breiter werden als am äußeren Umfange, zu beurteilen.

Haben wir z. B. einem Stamme von 30 cm Durchmesser ohne Rinde (also 15 cm bis zur Stammitte) bei der Höhe von 1.3 Meter an dieser Stelle einen Bohrspan entnommen und auf diesem bei 10 cm Länge 40 Jahrringe gezählt, läßt ferner die Zunahme der Jahrringbreiten nach innen annehmen, daß gegen die Stammitte je drei Jahrringbreiten auf 1 cm gehen, so wäre die Anzahl der fehlenden Jahrringe bis zur Stammitte, d. i. auf 5 cm, mit 15 anzunehmen und es ist, wenn die Höhe 1.3 Meter durchschnittlich etwa von der 10—12jährigen Pflanze erreicht wird, das Alter des betreffenden Stammes mit 65—67 Jahren anzusetzen.

Mit dem Preßlerschen Tiefbohrer kann, allerdings nur in Weichhölzern, bis zu 13—14 cm tief gebohrt werden, und man kann daher mit dessen Anwendung selbst bei 30 cm starken Stämmen bis nahe an die Mitte gelangen und damit deren Alter ziemlich genau bestimmen. Bei stärkeren Stämmen wird allerdings der Schluß aus dem (besonders mit dem gewöhnlichen Bohrer) erbohrten Stücke auf die weiteren Jahrringe bis zur Stammitte schon unsicher und ebenso ist dies der Fall bei exzentrisch erwachsenen Stämmen, bei welchen die Jahrringe in verschiedenen Richtungen sehr ungleiche Breiten haben und die Markröhre als Mittelpunkt der Jahresringe beträchtlich außerhalb der Stammesmitte gelegen ist.

Endlich können für die Altersbestimmung eines Baumes mitunter auch historische Nachweise, Aufschreibungen in den Wirtschaftsbüchern oder sonstige Nachweisungen darüber, dann die Aussagen und Mitteilungen älterer Forstbediensteter oder Holzhauer u. dgl. benützt werden, doch sind auch diese Mitteilungen nicht immer verläßlich.

b) Altersermittelung an gefällten Stämmen.

Die bekannte Eigenschaft unserer Holzgewächse, kenntliche und mehr oder weniger deutlich abgegrenzte Jahrringe zu bilden, ermöglicht es uns an einem möglichst tief am Boden geführten Abschnitte das Alter des gefällten Stammes genau zu bestimmen. Ein Fehler hierin könnte nur durch das Auftreten von sogenannten Doppel- oder Scheinringen oder durch das gänzliche Fehlen einzelner Jahrringe, oder auch durch sehr schmale und undeutliche Jahrringe veranlaßt werden. Die beiden ersteren Vorkommen gehören überhaupt zu den seltenen Ausnahmen und können im allgemeinen die Sicherheit dieser Altersbestimmung nicht beeinträchtigen. Eine mehr oder weniger deutliche Abgrenzung innerhalb eines Jahrringes kann bei Unterbrechung der Vegetationstätigkeit infolge gänzlicher Entlaubung des Baumes durch Insekten, durch Spätfrost u. dgl. eintreten, doch sind solche Abgrenzungen meist schon mit freiem Auge, bestimmt aber bei Anwendung einer Lupe von den eigentlichen Jahrringgrenzen zu unterscheiden. Das Fehlen einzelner Jahrringe wurde bisher überhaupt nur in wenigen Fällen bei in sehr engem Schlusse stehenden oder unterdrückten Stämmen und zwar stets nur an einzelnen Stellen des Umfanges beobachtet [1]) und kann daher durch Abzählen der Jahrringe an verschiedenen Seiten des Querschnittes ein solcher Fehler leicht behoben werden.

Bei sehr schmalen und undeutlichen Jahrringen müssen verschiedene Hilfsmittel in Anwendung gebracht werden, um ein sicheres Zählen derselben zu ermöglichen. Zunächst ist der Schnitt oder Abhieb des Stammes, wie schon früher erwähnt, möglichst tief zu führen, um womöglich die 1—2jährige Pflanze mit dem Schnitte zu treffen; ferner empfiehlt es sich stets, den Abschnitt an der Stelle, an welcher die Jahrringe gezählt werden sollen, mit einem kleinen Hobel, einem scharfen Eisen oder auch mit dem Baumreisser zu glätten, wodurch die Jahrringsgrenzen deutlicher hervortreten. Bei sehr schmalen Jahrringen läßt man den Stamm mit einer scharfen Axt schräg behauen, wodurch die Jahrringe breiter und deutlicher sichtbar erscheinen; erforderlichen Falles nimmt man eine Lupe zu Hilfe. Ebenso wird man, wenn die innersten Jahrringe klein sind oder der Schnitt nicht tief genug geführt ist, durch einen schrägen Einhieb gegen die Mitte zu die Abzählung der Jahrringe daselbst ermöglichen.

Bei den Holzarten mit auffallend dunkler gefärbtem Herbstholze, wie der Lärche, Kiefer und Tanne, dann bei den ringporigen Hölzern, wie Eiche, Esche etc. genügt meist die bloße Glättung des Abschnittes; bei feinringigen Fichten ist oft schon die Benützung der Lupe und eines schräg einfallenden Lichtes erforderlich, um dieselben deutlich zu unterscheiden; bei den zerstreut-porigen Hölzern, hauptsächlich der Buche, müssen aber außerdem oft auch noch Färbemittel in Anwendung gebracht werden, um die Jahrringe deutlicher hervortreten zu lassen. Als solches kann ein sog. Tintenstift oder eine verdünnte Anilinlösung u. dgl. verwendet werden; oft leistet aber auch schon das Einreiben der geglätteten Flächen mit schwarzer Humuserde ausreichende Dienste.

---

1) Unter den zahlreichen Stämmen, welche Verf. auf ihren Zuwachsgang untersucht hat, waren z. B. bei einem Modellstamme der geringsten, nahezu unterdrückten Stammklasse, bei welchem die Breite der äußeren Jahrringe kaum mehr 0.1 mm betrug, von den letzten 10 Jahrringen vier an einer Stelle des Umfanges nicht auffindbar.

Bei größerer Höhe des Abhiebes, welche bei starken Stämmen und in steileren Lehnen unvermeidlich ist, müssen zu der am Abschnitte gezählten Jahrringzahl noch einige Jahre hinzugerechnet werden, über deren Zahl (meist 2—5) die Stockhöhe und die schnellere oder langsamere Entwickelung der betreffenden Holzart in ihrer Jugend entscheidet. Den sichersten Anhalt für die Beurteilung dieses Alterszuschlages erhält man, wenn man in ganz jungen Beständen desselben Standortes einige Pflanzen am Wurzelstocke abschneidet und deren Alter bestimmt, dann dieselben in der gewöhnlichen Abhiebshöhe durchschneidet und hier gleichfalls die Jahrringe zählt. In der Differenz der Jahrringzahl am oberen und unteren Abschnitte erhält man die Anzahl der Jahre, welche die Pflanzen durchschnittlich bis zur Erreichung jener Abtriebshöhe gebraucht haben.

§ 43. Ermittelung des Alters ganzer Bestände. Bei vollkommen gleichalterigen Beständen genügt für deren Altersbestimmung, soferne nicht bei jüngeren Kulturbeständen das Jahr der Kulturausführung oder bei Niederwaldbeständen die Zeit des letzten Abtriebes aus den Aufschreibungen der Wirtschaftsbücher entnommen werden kann, die Altersermittelung an einem oder wenigen Stämmen, wozu man Stämme der mittleren oder stärkeren (aber nicht der stärksten) Stammklasse wählt, weil an diesen das Alter sicherer und leichter zu erheben ist als an unterdrückten Stämmen.

Im allgemeinen kann aber nur selten für alle Stämme eines Bestandes ein ganz gleiches Alter von vornherein angenommen werden. In Beständen, welche ganz oder teilweise aus natürlicher Verjüngung hervorgegangen sind, werden stets geringere oder größere Altersunterschiede zu verzeichnen sein, und selbst die Kulturbestände enthalten häufig an belassenen Vorwüchsen ältere und infolge späterer Nachbesserungen jüngere Stämme als jene des Hauptbestandes; es wäre daher die Altersbestimmung nach einem einzigen Stamme, namentlich in Beständen, deren Entstehungsart nicht bekannt ist, sehr unzuverlässig. — man wird vielmehr das Alter in solchen Fällen stets an mehreren Stämmen sowohl der mittleren als auch der stärkeren und geringeren Stammklasse zu bestimmen haben und hiezu naturgemäß die Modellstämme, welche zum Zwecke der Massen- oder auch Zuwachsermittelung gefällt werden, benützen. Ergibt sich hiebei ein ungleiches Alter für die einzelnen Stärkeklassen des Bestandes, so entsteht die Frage, welches Alter in solchen ungleichalterigen Beständen als das mittlere Bestandesalter zu betrachten sei, und es ist die richtige Lösung dieser Frage sowohl für die Bestimmung des Durchschnittszuwachses oder die Einreihung des Bestandes in die Massenreihe einer Ertragstafel, bei einigen Ertragsregelungs-Methoden auch für die Vorausbestimmung der Abtriebszeit und des zu jener Zeit zu erwartenden Abtriebsertrages von großer Wichtigkeit.

Keineswegs könnte einfach das arithmetische Mittel aus den an den Probestämmen erhaltenen Alterszahlen auch immer ohne weiteres als das richtige mittlere Bestandesalter betrachtet werden, was sofort einleuchtet, wenn wir uns einen Bestand einmal etwa zu $^2/_3$ aus 40jährigen und zu $^1/_3$ aus 60jährigen Stämmen, das anderemal zu $^1/_3$ aus 40jährigen und zu $^2/_3$ aus 60jährigen Stämmen zusammengesetzt denken und jedesmal für beide Altersklassen je zwei oder mehrere Modellstämme gefällt haben; in beiden Fällen würden wir als Durchschnittsalter 50 Jahre erhalten, während doch sowohl für den Durchschnittszuwachs als auch für die Bestimmung der Hiebsreife der erste Bestand beträchtlich jünger und der zweite beträchtlich älter als 50jährig anzunehmen sein wird. Auch die Berücksichtigung der Stammzahl würde noch nicht vor einem groben Fehler schützen, denn es ist sehr wohl möglich, daß der 40jährige Bestand doppelt so viele Stämme pro Hektar besitzt als der 60jährige, und man

würde dann im zweiten Falle auch nach dem Draudtschen Verfahren für beide Altersgruppen gleichviel Modellstämme, also ein Durchschnittsalter von 50 Jahren erhalten. Es muß vielmehr je nach Umständen die Masse, welche die einzelnen Modellstämme repräsentieren oder die Fläche, welche die einzelnen Altersstufen einnehmen, berücksichtigt werden, wonach man auch ein Massenalter und ein Flächenalter unterscheidet.

Für die Bestimmung des Durchschnittszuwachses, bei Aufnahmen für die Aufstellung einer Ertragstafel oder für die Einreihung eines Bestandes in die Standortsklassen und Altersstufen einer gegebenen Ertragstafel ergibt sich aus dem Zwecke dieser Aufnahme und Altersbestimmung von selbst, daß als mittleres Bestandesalter dasjenige zu betrachten ist, in welchem ein gleichalteriger Bestand dieselbe Holzmasse erzeugt haben würde, welche der ungleichalterige Bestand gegenwärtig besitzt[1]). Hätten wir eine dem betreffenden Bestande nach Standort und Bestockungsgrad (Bestandesdichte) vollkommen entsprechende Ertragstafel, so könnte man das mittlere Alter einfach dieser Ertragstafel entnehmen, indem man die im Bestande pro Hektar erhobene Masse und das zugehörige Alter in derselben aufsucht; da aber die hiefür unerläßliche volle Uebereinstimmung des aufzunehmenden Bestandes mit den Voraussetzungen irgend einer Ertragstafel in Bezug auf Standort, Bestockung und Entwicklungsgang kaum jemals ganz zutrifft und auch sehr schwer zu beurteilen ist, so kann dieser, gleichwohl von einigen Autoren (Karl, Gümbel) empfohlene Weg nicht eingeschlagen werden, sondern wir müssen das mittlere Bestandesalter nach der eben gegebenen Auffassung desselben aus dem erhobenen Alter der einzelnen Stammklassen rechnungsmäßig bestimmen.

Die Masse irgend eines Bestandes können wir bekanntlich auch als das Produkt aus dessen Durchschnittszuwachs und Alter betrachten, $M = {}_dZ \,.\, A$, und es ist also umgekehrt auch das Alter des gleichalterigen Bestandes $A = \frac{M}{{}_dZ}$. Für den ungleichalterigen Bestand ist $M = m_1 + m_2 + m_3 + \ldots$ d. h. gleich der Summe der Massen der einzelnen Stärke (bezw. Alters-)stufen, und der Durchschnittszuwachs der letzteren ist $\frac{m_1}{a_1}, \frac{m_2}{a_2}, \frac{m_3}{a_3} \ldots$, wenn $a_1, a_2, a_3 \ldots$ die an den Modellstämmen erhobenen Alter der einzelnen Stärkeklassen sind. Unter Annahme nun, daß der Durchschnittszuwachs des gleichalterigen Bestandes gleich sei dem gesamten Durchschnittszuwachse des ungleichalterigen, also ${}_dZ = \frac{m_1}{a_1} + \frac{m_2}{a_2} + \frac{m_3}{a_3} + \ldots$, welche Annahme bei nicht zu großen Altersdifferenzen sehr nahe zutreffen wird, erhalten wir also für das mittlere Massenalter eines ungleichalterigen Bestandes die Formel

$$A_1 = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + \ldots}{\frac{m_1}{a_1} + \frac{m_2}{a_2} + \frac{m_3}{a_3} + \ldots} \quad \ldots 1,$$

welche Formel zuerst von Smalian (1840) und C. Heyer (1841) aufgestellt worden ist. Gustav Heyer[2]) gibt diese Formel in der Form:

---

1) Siehe G. Heyer, Ueber die Ermittelung der Masse, des Alters und des Zuwachses der Holzbestände. Dessau 1852. Wimmenauer will dagegen als das mittlere Bestandesalter dasjenige Alter betrachtet wissen, welches ein gleichaltriger Bestand jetzt haben müßte, um denselben Haubarkeitsertrag zu liefern, wie der ungleichaltrige Bestand. (Siehe A. F. und J.Z. 1890, S. 277.) Die Bestimmung dieses Alters ist aber aus naheliegenden Gründen viel unsicherer als jene des mittleren Alters im obigen Sinne.

2) a. a. O. Seite 85.

$$A_1 = \frac{f_1 z_1 a_1 + f_2 z_2 a_2 + f_3 z_3 a_3 + \ldots}{f_1 z_1 + f_2 z_2 + f_3 z_3 + \ldots} \ldots 2,$$

worin f_1, f_2, f_3 ... die Flächen, welche die einzelnen Stammklassen einnehmen, z_1, z_2, z_3 ... deren Durchschnittszuwachs pro Flächeneinheit und a_1, a_2, a_3 .... wieder die Alter bedeuten, somit $f_1 z_1 a_1$, $f_2 z_2 a_2$, $f_3 fz_3 a_3$ ... wieder die Massen und $f_1 z_1$, $f_2 z_2$, $f_3 z_3$ ... wieder den Durchschnittszuwachs der einzelnen Klassen, nur in anderer Form als in der obigen Formel darstellen. Die letztere Form ist für die Vergleichung und Prüfung anderer Berechnungsarten des mittleren Bestandesalters besser geeignet, wogegen für die Berechnung desselben die erstere anzuwenden ist.

Setzt man in Formel 2: $z_1 = z_2 = z_3 = \ldots = z$, so erhält man, indem man Zähler und Nenner durch z dividiert, die Formel für das sogenannte Flächenalter:

$$A_{II} = \frac{f_1 a_1 + f_2 a_2 + f_3 a_3 + \ldots}{f_1 + f_2 + f_3 + \ldots} \ldots 3,$$

welche Formel von Gümbel fast gleichzeitig mit der vorigen (1841) aufgestellt wurde.

Es ergibt sich hieraus, daß die letztere Formel nur dann mit der ersteren übereinstimmt, wenn der Durchschnittszuwachs pro Flächeneinheit in den im betreffenden Bestande vertretenen Altersstufen gleich ist, was dann annähernd der Fall sein wird, wenn der ganze Bestand nahe dem Alter des größten Durchschnittszuwachses steht, weil in diesem Alter der Durchschnittszuwachs sich nur sehr wenig ändert.

Da die Anwendung der Formel 3 die Kenntnis der Flächen, welche von den einzelnen Altersstufen eingenommen werden, voraussetzt, so ist dieselbe weniger zur Berechnung des mittleren Alters eines ungleichalterigen Bestandes (wo diese Altersstufen durcheinander gemengt sind), als vielmehr zur Berechnung des Durchschnittsalters mehrerer Bestände oder auch einer ganzen Betriebsklasse geeignet, für welchen Fall dieselbe auch meistens angewendet wird.

Wollte man anstatt der Flächen die Stammzahlen n_1, n_2, n_3 ... der einzelnen Altersstufen berücksichtigen, so erhält man analog der Formel 3 die Formel

$$A_{III} = \frac{n_1 a_1 + n_2 a_2 + n_3 a_3 + \ldots}{n_1 + n_2 + n_3 + \ldots} \ldots 4.$$

Soll diese Formel das richtige Massenalter im Sinne der Formeln 1 und 2 geben, so müßte der Durchschnittszuwachs der Einzelstämme in den verschiedenen Stammklassen (bezw. Altersstufen) gleich sein, denn es ist, wenn wir mit ζ_1, ζ_2, ζ_3 ... den Durchschnittszuwachs der Mittelstämme dieser Klassen bezeichnen,

$$m_1 = \zeta_1 a_1 n_1,\ m_2 = \zeta_2 a_2 n_2,\ m_3 = \zeta_3 a_3 n_3 + \ldots, \text{ also}$$

$$A_I = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + \ldots}{\frac{m_1}{a_1} + \frac{m_2}{a_2} + \frac{m_3}{a_3}} = \frac{\zeta_1 a_1 n_1 + \zeta_2 a_2 n_2 + \zeta_3 a_3 n_3 + \ldots}{\zeta_1 n_1 + \zeta_2 n_2 + \zeta_3 n_3 + \ldots},$$

und wenn $\zeta_1 = \zeta_2 = \zeta_3 - \ldots = \zeta$, wird, indem wir Zähler und Nenner durch ζ dividieren,

$$A_1 = \frac{a_1 n_1 + a_2 n_2 + a_3 n_3}{n_1 + n_2 + n_3} = A_{III}.$$

Für die Uebereinstimmung der Formel 4 mit der Formel des Flächenalters (3) müßte die Stammzahl der einzelnen Altersstufen pro Flächeneinheit gleich sein, denn dann wäre, wenn wir diese Stammzahl mit ν bezeichnen, $n_1 = f_1 \nu$, $n_2 = f_2 \nu$, $n_3 = f_3 \nu$ ..., somit

$$A_{III} = \frac{n_1 a_1 + n_2 a_2 + n_3 a_3 + \ldots}{n_1 + n_2 + n_3 + \ldots} = \frac{f_1 \nu a_1 + f_2 \nu a_2 + f_3 \nu a_3 + \ldots}{f_1 \nu + f_2 \nu + f_3 \nu + \ldots}$$

$$= \frac{f_1 a_1 + f_2 a_2 + f_3 a_3 + \ldots}{f_1 + f_2 + f_3 + \ldots} = A_{II}.$$

Die Annahme, daß die Stämme der verschiedenen Stärkeklassen eines Bestandes gleichen Durchschnittszuwachs besitzen, widerspricht aber ebenso wie die Annahme gleicher Stammzahlen pro Hektar in verschiedenen Altern dem tatsächlichen diesbezüglichen Verhalten der Bestände, und es ist daher die Formel 4 zur Anwendung nicht zu empfehlen.

Auch die von mehreren Autoren empfohlene Formel $A = \frac{m_1 a_1 + m_2 a_2 + m_3 a_3 + \ldots}{m_1 + m_2 + m_3 + \ldots}$ oder auch $A = \frac{g_1 a_1 + g_2 a_2 + g_3 a_3 + \ldots}{g_1 + g_2 + g_3 + \ldots}$ entspricht nicht dem oben aufgestellten Grundgedanken für die Bestimmung des Durchschnittsalters und wird daher dasselbe nach diesen nicht richtig berechnet.

Wird in Formel 4 für die einzelnen Stammklassen eine gleiche Stammzahl angenommen, wie dies bei der Auswahl der Modellstämme nach dem Verfahren von Draudt-Urich der Fäll ist, also $n_1 = n_2 = n_3 \ldots = n$, so geht dieselbe unmittelbar in die Formel

$$A_{IV} = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_n}{n} \ldots 5,$$

also in die Formel der Berechnung als arithmetisches Mittel des Alters der Probestämme über.

Es ergibt sich hieraus, daß die Bestimmung des mittleren Bestandesalters nach dem arithmetischen Mittel aus den an einer Draudtschen Modellstammreihe gefundenen Altern der Berechnung desselben nach der Formel 4 gleichkommt, deren Nichtübereinstimmung mit der Formel des richtigen mittleren Massenalters wir soeben nachgewiesen haben.

Um mit dem einfachen arithmetischen Mittel des Alters aller Modellstämme das richtige Flächenalter zu erhalten, müßten die einzelnen Altersstufen mit gleichen Flächen vertreten sein, denn wenn $f_1 = f_2 = f_3 = \ldots\ldots = f$, so ist

$$A_{II} = \frac{f_1 a_1 + f_2 a_2 + f_3 a_3 + \ldots + f_n a_n}{f_1 + f_2 + f_3 + \ldots + f_n} = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_n}{n} = A_{IV};$$

das richtige Massenalter erhalten wir aber auf diesem Wege nur dann, wenn die einzelnen Alters- oder Stammklassen nicht nur gleiche Flächen, sondern auch gleichen Durchschnittszuwachs pro Flächeneinheit besitzen, denn damit

$$A_I = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + \ldots}{\frac{m_1}{a_1} + \frac{m_2}{a_2} + \frac{m_3}{a_3} + \ldots} = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \ldots a_n}{n} = A_{IV}$$

werde, muß $\frac{m_1}{a_1} = \frac{m_2}{a_2} = \frac{m_3}{a_3} \ldots$, oder $f_1 z_1 = f_2 z_2 = f_3 z_3 \ldots$ sein.

Es ist nun, da die Bestimmung des mittleren Bestandesalters nach dem arithmetischen Mittel des Alters der Probestämme die einfachste Art der Berechnung und deshalb auch in der Praxis vorwiegend angewendet ist, nicht ohne Bedeutung, festzustellen, unter welcher Voraussetzung diese Berechnung auch theoretisch begründet erscheint, beziehungsweise welche Gruppierung der Stammklassen für die Altersbestimmung gewählt werden müßte, um mit diesem arithmetischen Mittel auch das richtige Massenalter zu erhalten. Die obige Bedingung, daß $\frac{m_1}{a_1} = \frac{m_2}{a_2} = \frac{m_3}{a_3} \ldots$ sein müsse, können wir, wenn wir die Massen $m_1, m_2, m_3 \ldots$ durch ihre Faktoren, die Stammgrundflächen, Höhen und Formzahlen der einzelnen Stammgruppen, ausdrücken, auch in der Form ansetzen, daß

$$\frac{g_1 h_1 f_1}{a_1} = \frac{g_2 h_2 f_2}{a_2} = \frac{g_3 h_3 f_3}{a_3} = \ldots.$$

sein muß. Nun kann angenommen werden, daß in demselben Bestande die durchschnittliche Zunahme der Stammklassen an Formhöhe (Höhe × Formzahl) annähernd gleich sei, also $\frac{h_1 f_1}{a_1} = \frac{h_2 f_2}{a_2} = \frac{h_3 f_3}{a_3}$, und es ergibt sich dann noch die Bedingung, daß auch $g_1 = g_2 = g_3 = \ldots$ sei, welcher Bedingung bekanntlich die Verteilung der Modellstämme nach dem Hartigschen Verfahren der Bestandesaufnahme entspricht. Es würde demnach bei der Anwendung dieses Verfahrens zur Massenaufnahme stets zulässig sein, das mittlere Bestandesalter einfach nach dem arithmetischen Mittel des Alters der Probestämme zu bestimmen.

Für die Anwendung der Formel 1 zur Altersbestimmung ist die Bestandesaufnahme nach Stärke- oder Höhenklassen am besten geeignet, weil diese die Masse der einzelnen Klassen ergibt, was beim Draudtschen Verfahren nicht der Fall ist.

Es wird dabei angenommen, daß die stärkeren und höheren Stammklassen auch die älteren sind, welche Voraussetzung im vorhinein die Wahrscheinlichkeit für sich hat, und auch durch die bisherigen Erhebungen in Beständen im großen und ganzen bestätigt wird [1]; aber nicht ohne vielfache Ausnahmen im einzelnen.

Man wird nicht selten, besonders wenn nur wenige Modellstämme gefällt und auf ihr Alter untersucht wurden, für die geringeren Stammklassen sogar ein höheres Alter erhalten als für die stärkeren Klassen. In solchen Fällen hätte es keinen Zweck, das mittlere Bestandesalter nach einer Formel zu berechnen, da aus dem Ergebnisse von vielleicht nur einem oder zwei Modellstämmen der einzelnen Klassen keineswegs zu folgern ist, daß alle geringen Stämme älter seien als die stärkeren; es werden vielmehr voraussichtlich die Altersunterschiede durch alle Stammklassen gemengt vorkommen und man ist daher um so eher berechtigt, in diesem Falle als Bestandesalter einfach das arithmetische Mittel des Alters der Probestämme zu nehmen.

Unsere vorstehenden theoretischen Betrachtungen sind zunächst für eine grundsätzlich richtige Auffassung des mittleren Bestandesalters, aber auch für die wirkliche Durchführung der Altersbestimmung stets dann von Bedeutung, wenn größere Altersunterschiede vorkommen und wenn ein möglichst zuverlässiges Resultat erlangt werden soll.

Bei geringeren Altersunterschieden wird man auch mit der einfachen Methode des arithmetischen Mittels für viele Fälle ein genügend genaues Resultat erhalten, und zwar wird das so berechnete Bestandesalter mit dem richtigen mittleren Massenalter um so näher übereinstimmen, je geringer die Altersunterschiede sind, je mehr Probestämme dazu benutzt wurden und je mehr diese Modellstämme der Stammklassenbildung nach dem Hartigschen Verfahren entsprechen. Die Vergleichung der Ergebnisse beider Berechnungsarten in einer großen Zahl von Probeaufnahmen der württembergischen und sächsischen Versuchsflächen [2] hat in der größten Zahl der Fälle nur sehr geringe Unterschiede ergeben.

Noch haben wir hier zweier Umstände zu erwähnen, welche speziell bei der Altersbestimmung in aus natürlicher Verjüngung oder aus dem Plenterhiebe hervorgegangenen Beständen zu berücksichtigen sind; das ist die Aenderung des mittleren Bestandesalters durch das allmähliche Ausscheiden der geringeren Stammklassen und die Frage, inwieweit bei der Altersbestimmung jene Zeit in Anrechnung kommen soll, während welcher die Pflanzen noch im Drucke des Altbestandes gestanden waren.

Im Wege der Durchforstungen werden zumeist die geringeren und somit über-

---

1) Siehe z. B. W e i s e , Ertragstafeln für die Kiefern. Berlin 1880. Seite 34.

2) Vergl. L o r e y , Ertragstafeln für Weißtanne 1884. S. 86 und K u n z e , Beiträge zur Kenntnis des Ertrages der Fichte. Suppl. z. Thar. J. III. Bd. 1. Heft, S. 19.

wiegend auch die jüngeren Stammklassen aus solchen ungleichalterigen Beständen entfernt; es ist also naheliegend, daß, wenn man das mittlere Alter eines Bestandes vor der Durchforstung mit Berücksichtigung aller Stammklassen und dann ebenso nach der Durchforstung aus den verbleibenden Stammklassen des Hauptbestandes erhebt, diese zweite Altersbestimmung (in demselben Jahre) nicht das gleiche, sondern ein höheres Alter ergibt als die erste, weil die jüngste Stammklasse inzwischen ausgeschieden wurde; ebenso erhält man an einer Versuchsfläche, deren mittleres Alter früher auf a Jahre bestimmt wurde, wenn dieselbe nach n Jahren und inzwischen stattgehabter Durchforstung wieder aufgenommen wird, nicht das Alter von a + n Jahren, wie es rechnungsmäßig der Fall sein müßte, sondern zumeist ein anderes und zwar ein um einige Jahre höheres Durchschnittsalter. Es würde also das mittlere Alter solcher Bestände nicht nur im Verhältnisse der Zeit, sondern auch nach Maßgabe der inzwischen ausgeführten Durchforstungen zunehmen.

Diese Unterschiede zwischen dem rechnungsmäßigen und dem wirklichen Bestandesalter bei wiederholten Aufnahmen desselben Bestandes werden im allgemeinen um so größer sein, je größer die Altersunterschiede im Bestande überhaupt sind, und je weniger Modellstämme zur Altersbestimmung jedesmal benutzt wurden.

Um der damit insbesondere bei Versuchsflächen eintretenden Unsicherheit und Störung zu begegnen, wären schon bei der ersten, und ebenso bei allen weiteren Altersbestimmungen in solchen Beständen nicht alle Stammklassen, sondern nur jene zu berücksichtigen, welche voraussichtlich den künftigen Haubarkeitsbestand bilden werden [1]).

Bestände, welche aus dem Femelschlagbetriebe oder aus dem Plenterhiebe hervorgegangen sind, waren in der Regel in ihrer ersten Jugend in ihrer Entwicklung durch kürzere oder längere Zeit durch die Ueberschirmung des Oberbestandes zurückgehalten, sie waren „unterdrückt", wie man dies zu bezeichnen pflegt, und wir finden dies, und zwar am häufigsten bei Tannen und Buchen, durch enge Jahrringe im Kerne des Stockabhiebes zumeist deutlich ausgeprägt.

Es ist nun naheliegend, daß weder für die Beurteilung der Ertragsfähigkeit des Standortes, noch für die Einreihung eines solchen Bestandes in die Massenreihe einer aufzustellenden oder bereits bestehenden Ertragstafel, und ebensowenig anderseits für die Bemessung des künftigen Abtriebsertrages, diese Zeit eines durch den Oberbestand wesentlich gehemmten Zuwachses voll in Anrechnung gebracht werden kann; es muß vielmehr in diesem Falle das *wirtschaftliche* Alter des Bestandes von dessen physischem Alter unterschieden werden, welches erstere vom Standpunkte des Umtriebes erst von der Zeit der ausreichenden Freistellung des Jungbestandes beginnt und bei Verjüngungsschlägen um 10—15 Jahre, im Plenterwalde aber auch um 30—40 Jahre geringer sein kann als das letztere.

Aus der oben aufgestellten Definition des mittleren Bestandesalters ergibt sich unzweifelhaft, daß man auch hier anstatt der Jahre, welche der Jungbestand im Drucke des Altholzes gestanden war, jene Zeit anzurechnen hat, *welche die Pflanzen im freien Stande gebraucht hätten, um dieselbe Stärke und Höhe zu erreichen, die sie zur Zeit der Freistellung gehabt haben.*

Man wird also bei der Bestimmung des Alters der einzelnen Modellstämme die Jahrringe am Stockabschnitte nur bis zu dem engringigen Kern hinein zählen, dessen Durchmesser abnehmen und zu der obigen Jahrringzahl soviele Jahre hinzu-

1) Vergl. Theod. *Nördlinger*, Das mittlere Bestandesalter. A. F. u. J.Z. Septemberheft 1886.

schlagen, als nach Erhebungen in frei erwachsenen Jungbeständen die Pflanzen im Durchschnitte benötigen, um diesen Durchmesser in der Stockhöhe zu erreichen [1]).

Für die bloße Schätzung des durchschnittlichen Bestandesalters nach äußeren Merkmalen gilt das im vorigen Paragraphen über die Altersschätzung an Einzelstämmen Gesagte.

V. Ermittelung des Zuwachses.

§ 44. Begriff und Arten des Zuwachses. Unter Zuwachs versteht man die durch das jährliche Dicken- und Längenwachstum der Bäume gegebene Zunahme der Höhe und Stärke und die dadurch bedingte Vermehrung der Holzmasse eines Baumes oder eines Bestandes in einem bestimmten Zeitraume. An dem Einzelstamme ist daher der Höhenzuwachs, bezw. Längenzuwachs am Stamm und den Aesten, der Stärke- oder Durchmesserzuwachs und die damit gegebene Vergrößerung der Querflächen als Flächenzuwachs, endlich die Zunahme an Holzmasse des ganzen Stammes als Massenzuwachs zu unterscheiden; während am Bestande neben der Höhenzunahme desselben hauptsächlich die Vergrößerung der gesamten Stammgrundfläche und der Zuwachs an Holzmasse in Betracht kommt.

Der Höhen- und Stärkezuwachs wird nach Metern, bezw. Zentimetern oder Millimetern, der Flächenzuwachs der Einzelstämme nach Quadrat-Zentimetern, der Gesamtgrundflächenzuwachs des Bestandes nach Quadrat-Metern, der Massenzuwachs des Baumes und Bestandes nach Festkubikmetern berechnet.

Der Zeit nach, in welcher der Zuwachs erfolgt, unterscheidet man den Zuwachs eines Jahres in einer der oben bezeichneten Richtungen als einjährigen Zuwachs, welcher, wenn er sich auf das laufende oder eben abgelaufene Jahr bezieht, als laufend-jährlicher oder laufender Jahreszuwachs bezeichnet wird, dann den Zuwachs mehrerer Jahre als periodischen Zuwachs und die Gesamtzuwachsleistung von der Entstehung des Baumes oder Bestandes bis zu einem bestimmten Alter als Gesamtalterszuwachs. Der letztere ist demnach durch die Totalhöhe, die Stärke (den Durchmesser) oder die Querfläche und durch die gesamte Holzmasse des Baumes oder Bestandes in dem betreffenden Alter gegeben.

Die durchschnittliche Zuwachsleistung für ein Jahr innerhalb eines solchen Zeitraumes nennt man den durchschnittlich-periodischen, bezw. den Gesamtalters-Durchschnittszuwachs, welcher letztere, wenn er sich auf den durchschnittlich jährlichen Zuwachs von der Entstehung des Baumes oder Bestandes bis zu dessen Abtriebsalter bezieht, als Haubarkeits-Durchschnittszuwachs bezeichnet wird.

Die Zuwachsgröße selbst für einen bestimmten Zeitraum ist daher stets durch eine Differenz (der Höhe, Stärke, Masse etc. zu Beginn und am Schlusse des betreffenden Zeitraumes), der durchschnittlich-jährliche Zuwachs aber durch einen Quotienten gegeben, indem die gesamte Zuwachsleistung durch die Anzahl der Jahre, innerhalb welcher sie erfolgte, dividiert wird.

Angenommen, ein Bestand hätte am Schluß des 80. Jahres 443 Festmeter, am Schlusse des 81. Jahres 451 fm, am Schlusse des 90. Jahres 519 fm und am Schlusse des 100. Jahres 592 fm, so ist der laufende jährliche Zuwachs des 81. Jahres = 451 — 443 = 8 fm; der periodische Zuwachs vom 80 bis zum 90. Jahre = 519 — 443 = 76 fm, der Gesamtalterszuwachs

---

1) Vergl. Lorey, Die Altersbestimmung in Weißtannenbeständen, A. F. u. J.Z. 1882. S. 263 u. ff., dann dessen Ertragstafeln für die Weißtanne 1884, Seite 13 u. ff.

des 80jährigen Bestandes 443 fm; der durchschnittlich-periodische Zuwachs vom 80. bis zum 90. Jahre ist = 76 : 10 = 7.6 fm, der Altersdurchschnittszuwachs im 80. Jahre = 443 : 80 = 5.54 fm und der Haubarkeits-Durchschnittszuwachs bei Annahme einer 100jährigen Umtriebszeit = 5.92 fm.

Die Zuwachsermittelung kann nun entweder auf den laufenden jährlichen Zuwachs, auf jenen einer abgelaufenen Zeitperiode (Zuwachsermittelung nach rückwärts), oder auch auf die Erhebung des gesamten Zuwachsganges von der Entstehung des Baumes oder Bestandes bis zur Gegenwart (Erhebung des Wachstumganges) gerichtet sein; sie kann sich endlich auch die Bestimmung des wahrscheinlichen Zuwachses einer nächstvorliegenden Zeitperiode (Zuwachsermittelung nach vorwärts) zur Aufgabe machen.

Auch für die Ermittelung des einjährigen Zuwachses wird übrigens, der geringen Größe der jährlichen Stärke- und Massenzunahme wegen und um die Schwankungen des Zuwachses in den einzelnen Jahren mehr auszugleichen, meist der Zuwachs mehrerer Jahre gemessen und es tritt also an Stelle der Ermittelung des laufendjährlichen meist jene des durchschnittlich-jährlichen Zuwachses einer mehrjährigen Zeitperiode.

Eine volle Genauigkeit der Zuwachsbestimmung nach rückwärts ist wohl für den Längen- und Stärken- oder Flächenzuwachs, nicht aber für den Massenzuwachs möglich, da hier die Unregelmäßigkeit der Stammformen, die Veränderlichkeit des Stärke- und Flächenzuwachses in verschiedenen Stammhöhen und Stammteilen stets nur eine annähernde Bestimmung der Massenzunahme ermöglicht; der Zuwachs an Höhe, Stärke oder Masse nach vorwärts kann immer nur nach seinem wahrscheinlichen Verhalten beurteilt werden.

Nicht immer genügt, insbesondere bezüglich des Massenzuwachses, die Kenntnis der absoluten Zuwachsgrößen; für viele Aufgaben des Forstbetriebes und der Forsteinrichtung ist die Kenntnis der relativen Zuwachsleistung, also die Bestimmung des Verhältnisses zwischen der gegebenen Stärke, Fläche oder Masse und dem daran erfolgenden Zuwachse notwendig, und es gehört daher auch die Ermittelung des Zuwachsprozentes, insbesondere des Massenzuwachsprozentes, an Bäumen und Beständen in den Kreis unserer hier zu behandelnden Aufgaben.

A. Zuwachsermittelung am Einzelstamme.

§ 45. Ermittelung des Höhenzuwachses. Der laufende Höhenzuwachs eines Jahres oder jener der letzten, etwa n jährigen Zeitperiode kann an gefällten Nadelhölzern, an welchen die jährlichen Höhentriebe durch die Astquirle deutlich ersichtlich sind, unschwer durch die Messung des letzten Höhentriebes, bezw. durch Abzählung und Messung der letzten n Höhentriebe gefunden werden, welche Messung bei jüngeren Nadelhölzern auch am stehenden Stamme vorgenommen werden kann. Sind, wie bei Laubhölzern und auch mitunter bei älteren Nadelhölzern, die Höhentriebe der einzelnen Jahre nicht sicher kenntlich, so wird man sich durch einen Querschnitt an der betreffenden Stelle und durch Abzählen der Jahrringe daselbst vergewissern, ob das betreffende Gipfelstück eben n Höhentriebe enthält; finden sich an jener Stelle mehr oder weniger als n Jahrringe, so hat man durch weitere nach aufwärts oder abwärts am Stamme geführte Querschnitte jene Stelle aufzusuchen, wo eben noch n Jahrringe, unterhalb welcher aber bereits n + 1 Jahrringe vorhanden sind. Diese letzte Abschnittsstelle ist das Gipfelende des Stammes vor n Jahren und die Länge des Stückes von diesem Querschnitte bis zum gegenwärtigen Gipfelende ist der Höhenzuwachs der letzten n Jahre.

Am stehenden Stamme kann der einjährige oder periodische Höhenzuwachs

nur bei Nadelhölzern, und auch bei diesen nur insolange die Höhentriebe noch deutlich sichtbar sind, und zwar indirekt dadurch ermittelt werden, daß man die Gesamthöhe des Stammes und, nach Abzählung der betreffenden Anzahl von Astquirlen, die Höhe desselben vor n Jahren mißt; die Differenz der beiden Höhen ergibt dann den Höhenzuwachs. Bei älteren Nadelholzstämmen und ebenso bei den Laubhölzern kann die Ermittelung des Höhenzuwachses nur am gefällten Stamm erfolgen.

Soll der Höhenzuwachs für alle Altersperioden eines Stammes ermittelt werden, so kann dies wieder bei jungen Nadelhölzern mit Hilfe der bis ganz oder nahe zum Stammgrund noch ersichtlichen Jahrestriebe in einfachster und ganz genauer Weise erfolgen; eventuell würde man einige Querschnitte im untersten Stammteile, wo eben die Astquirle meist bereits weniger kenntlich sind, zu Hilfe nehmen, um an diesen das Gesamtalter des Stammes und den Höhenzuwachs desselben in der ersten Jugend zu ermitteln. In allen anderen Fällen kann man den Gang des Höhenzuwachses eines älteren Stammes zwar nicht von Jahr zu Jahr, aber in Zeitperioden von je einigen Jahren dadurch feststellen, daß man in Entfernungen von je 1 oder 2 Metern Querschnitte führt und an diesen die Anzahl der Jahrringe abzählt. Da die Anzahl der Jahrringe an irgend einer Querschnittsstelle stets auch die Zahl der oberhalb dieser Stelle gelegenen Höhentriebe angibt, so erhält man in der Differenz dieser Jahrringezahl gegen das Gesamtalter des Stammes auch umgekehrt das Alter des Stammes, in welchem er die Höhe des betreffenden Querschnittes erreicht hat. Hätte man z. B. das Alter eines Stammes am Stockabschnitte mit 82 Jahren erhoben und an einem Querschnitte in der Höhe von 1.3 m 76 Jahrringe gezählt, so hätte der Stamm, da 76 Höhentriebe oberhalb dieser Meßstelle liegen, 82—76=6 Jahre gebraucht, um die Höhe von 1.3 Meter zu erreichen. Man erhält also auf diese Weise für eine Reihe von Altersstufen des Stammes die zugehörigen Höhen und kann dann durch graphische oder rechnungsmäßige Interpolation dieser Reihe den Höhenzuwachs in den einzelnen Zeitperioden von 5 zu 5 oder von 10 zu 10 Jahren feststellen. Da der Höhenzuwachs in der Jugend ein lebhafterer ist als im späteren Alter, so kann auch die Entfernung der Querschnitte im unteren Stammteile größer genommen werden, als gegen den Gipfel zu, wo bei alten Stämmen mit sehr geringem Höhenzuwachs die Querschnitte oft auf ½—1 Meter genähert werden müssen, um den Höhenzuwachs von 10 zu 10 Jahren verläßlich zu erhalten, während für denselben Zweck in dem mittleren und unteren Stammteile eine Entfernung der Querschnitte von je 2—4 Metern zulässig sein kann; nur gegen den Stammgrund zu werden wegen des meist geringen Höhenzuwachses in den ersten Wachstumsjahren dei Querschnitte wieder etwas näher zu legen sein.

Zu berücksichtigen ist ferner der Umstand, daß die Querschnitte meist nicht genau an die Grenze der einzelnen Jahres-Höhentriebe, sondern zwischen diese zu liegen kommen, daher auch die Höhe für das betreffende Alter etwas zu groß erhalten wird, welcher Fehler im ungünstigsten Falle nahezu die Länge des betreffenden Jahreszuwachses erreichen kann. Bei Nadelhölzern kann man diesem Fehler dadurch begegnen, daß man die Querschnitte womöglich stets unmittelbar oberhalb eines Astquirles führt.

B e i s p i e l. An einer Kiefer wurden am Abhiebe 80 Jahrringe gezählt und deren Alter unter Zuschlag von zwei Jahren für die Abhiebshöhe (0.2 m) auf 82 Jahre bestimmt. Der nächste Querschnitt wurde bei 1.3 m, der gewöhnlichen Grundstärken-Meßhöhe, und die weiteren von da im unteren Stammteile nach je 4 m, weiter hinauf nach 3 m, 2 m und selbst 1 m geführt. Die Zählung der Jahrringe auf diesen Querschnitten ergab folgende Zahlen:

Höhe des Querschnittes vom Boden in m:	0.2	1.3	5.3	9.3	12.3	14.3	16.3	18.3	20.3	21.3
Anzahl der Jahrringe:	80	76	71	63	57	51	43	32	19	10
Den obigen Höhen entsprechendes Stammalter:	2	6	11	19	25	31	39	50	63	72

Die Totalhöhe (für den 82jähr. Stamm) betrug 22.5 Meter.

Die obige Reihe ergibt uns die Stammhöhe für die Alter von 2, 6, 11, 19 usw. Jahren; soll nun der Höhenzuwachs in Altersperioden von 10 zu 10 Jahren bestimmt, also die Höhe für die Alter von 10, 20, 30 etc. Jahren festgestellt werden, so kann dies aus der obigen Reihe annähernd durch folgende Rechnung geschehen: Für die Höhe des 10jährigen Stammes ist die oben mit 5.3 m gegebene Höhe des 11jährigen Stammes um den Höhenzuwachs eines Jahres zu vermindern; der Stamm ist vom 6. bis zum 11. Jahre, d. i. in 5 Jahren, von 1.3 m auf 5.3 m, also um 4 m in der Höhe gewachsen, somit pro Jahr um 4 : 5 = 0.8 m; die Höhe des 20jährigen Stammes ist also mit 5.3 — 0.8 = 4.5 m anzunehmen. Die Höhe des 20jährigen Stammes erhält man durch Zuschlag eines einjährigen Höhenzuwachses zu der oben mit 9.3 m gegebenen Höhe des 19jährigen Stammes; also, da der Stamm vom 19. bis 25. Jahre, d. i in 6 Jahren um 3 Meter oder pro Jahr um 3: 6 = 0.5 m an Höhe zugenommen hat, mit 9.3 + 0.5 = 9.8 Meter usw.

Sehr empfehlenswert ist die graphische Methode dieser Interpolation, welche zugleich ein anschauliches Bild des Zuwachsganges der Stammhöhe gibt. Man trägt zu diesem Zwecke in einem beliebigen Maßstabe, am besten auf Millimeterpapier, die Alter, für welche die Höhen bekannt sind, als Abszissen und die zugehörigen Höhen als Ordinaten auf und verbindet die Endpunkte der letzteren durch eine Kurve, welche sodann den Wachstumsgang der Höhe durch die ganze Lebensdauer des Baumes darstellt und aus welcher auch die Stammhöhen für beliebige Altersstufen, also von 5 zu 5 oder von 10 zu 10 Jahren entnommen werden können. Die Differenzen dieser Höhen geben sodann den periodischen Höhenzuwachs der einzelnen Altersstufen.

Fig. 45.

Die auf solche Weise ausgeführte Verzeichnung der obigen Zahlen für die Alter und die zugehörigen Höhen (siehe Fig. 45) ergibt für

das Alter von:	10	20	30	40	50	60	70	80	82	Jahren
die Höhen von:	4.2	9.8	13.9	16.4	18.3	19.7	21.0	22.2	22.5	Meter
somit einen periodischen Höhenzuwachs von:	4.2,	5.6,	4.1,	2.5,	1.9,	1.4,	1.3,	1.2,	0.3	Meter.

Die Bestimmung des voraussichtlichen Höhenzuwachses der nächsten Jahre, also n a c h v o r w ä r t s , hat nach dem Verhalten der letztjährigen Höhentriebe und deren Zu- oder Abnahme sowie unter Berücksichtigung der bekannten allgemeinen Gesetze über den Gang des Höhenzuwachses zu erfolgen. Am sichersten kann derselbe aus der oben beschriebenen graphischen Darstellung des bisherigen Wachstumganges der Höhe oder der daraus abgeleiteten Zuwachsreihe gefolgert werden, da der Verlauf der Kurve deren Fortsetzung auf etwa 10 Jahre mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit gestattet (siehe Fig. 45), vorausgesetzt, daß nicht wesentliche Aenderungen in den Bestandesverhältnissen eintreten. So würde z. B. nach der oben ermittelten Reihe des periodischen Zuwachses für das nächste Dezennium ein Höhenzuwachs von 1.1 Metern als wahrscheinlich anzunehmen sein. — Jedenfalls wäre für die Beurteilung des nächsten Höhenzuwachses nicht bloß der Zuwachs des letzten Jahres, sondern derjenige mehrerer vorausgegangener Jahre in Betracht zu ziehen.

§46. E r m i t t e l u n g d e s S t ä r k e n - u n d F l ä c h e n z u w a c h s e s. Die Ermittelung des Stärken- oder des Flächenzuwachses muß sich stets auf einen bestimmten Querschnitt des Stammes beziehen, da sowohl der Stärke- als auch der Flächenzuwachs in verschiedenen Stammhöhen ein verschiedener ist. Zumeist wird der Stärkezuwachs in der gewöhnlichen Meßhöhe der Grundstärken, d. i. in der Höhe von 1.3 Meter vom Boden, oder auch in der Stammitte gemessen; für genaue Unter-

suchungen des Massenzuwachses oder des Zuwachsganges eines Baumes aber muß der Stärkezuwachs an möglichst vielen Stellen desselben gemessen werden, da bei dem vielfach verschiedenen Einflusse, den die Art der Beastung, der Freistellung, die standörtlichen Verhältnisse usw. auf die Verteilung des Massenzuwachses am Stamme ausüben, aus dem Stärkezuwachse in der Brusthöhe oder sonst an einem einzelnen Querschnitte kein sicherer Schluß auf die Jahrringbreiten in den übrigen Stammteilen gemacht werden kann. Am wenigsten kann aus dem Verhalten der Jahrringe am Stockabschnitte auf den Zuwachs im Stamme selbst sicher geschlossen werden, da die Jahrringe hier infolge des Einflusses der Wurzeltätigkeit meist sehr unregelmäßig verlaufen und auch der Querschnitt durch die äußeren Jahrringe nicht rechtwinkelig zur Stammkurve, sondern meist schräg gegen dieselbe geführt ist, diese Jahrringe daher verhältnismäßig breiter erscheinen.

Der Stärke- sowie der Flächenzuwachs erfolgt eigentlich sowohl gegen den Holzkörper als auch gegen die Rinde zu und wäre also strenge genommen nach beiden Richtungen zu messen; zumeist aber wird nur die Zunahme des Holzkörpers, welche sich in den einzelnen Jahrringen deutlich erkennen läßt, in Betracht gezogen, da die Zunahme an Rindendicke eine sehr geringe ist und auch meist sehr schwer bestimmbar sein würde. Nur bei jenen Zuwachsuntersuchungen, welche durch wiederholte Stärkemessung an den stehenden Stämmen erfolgen (in Versuchsflächen), wird in der Differenz der früheren und späteren Stammstärke die ganze Zuwachsbreite an Holz und Rinde erhalten.

Die Ermittelung und Messung des Stärkezuwachses an gegebenen Stammquerschnitten unterliegt, da die einzelnen Jahrringe meist deutlich erkennbar sind, keiner Schwierigkeit; es sind, je nachdem der einjährige oder ein periodischer Zuwachs ermittelt werden soll, die betreffende Anzahl von Jahrringen von außen nach innen abzuzählen und ihre Breiten an den beiden gegenüberliegenden Enden des betreffenden Durchmessers zu messen. Häufig zeigen die Jahrringe an verschiedenen Stellen des Umfanges sehr verschiedene Breiten, in welchem Falle deren Messung an mehreren Stellen, aber stets in den beiden gegenüberliegenden Richtungen zu erfolgen hat, aus welchen Messungen dann das arithmetische Mittel als durchschnittlicher Stärkezuwachs zu nehmen ist. Sind die Jahrringgrenzen nicht deutlich zu erkennen, so können dieselben Hilfsmittel Anwendung finden, welche wir in § 41 zum Zwecke der Altersbestimmung angeführt haben. Die Messung selbst wird am besten mit einem schräg abgekanteten, prismaförmigen Maßstabe, der in Millimeter oder auch in halbe Millimeter geteilt ist, vorgenommen, dessen Teilung sich scharf an die geglättete Oberfläche des Abschnittes anlegen läßt und damit eine ganz scharfe Messung (durch Schätzung selbst auf 0.1 Millimeter) gestattet. Da die Breite der einzelnen Jahrringe meist eine sehr geringe ist, so muß auch deren Messung mindestens auf 1 Millimeter genau vorgenommen werden; aus demselben Grunde ist es auch für die Bemessung des einjährigen Zuwachses in der Regel besser, mehrere Jahrringe statt eines einzigen an den betreffenden Stellen zu messen und das Mittel dieser Messungen durch die Zahl der Jahre zu dividieren. Selbstverständlich dürfen dabei, wenn es sich um den Zuwachs bestimmter Jahre handelt (z. B. um die Feststellung des Einflusses einer vorausgegangenen Lichtstellung auf den Stärkezuwachs) nicht Jahrringe mit in Rechnung genommen werden, welche einer anderen Zuwachsperiode angehören.

Um den Stärkezuwachs auch am stehenden Stamme erheben zu können, oder auch an beliebigen Stellen eines liegenden Stammes, ohne denselben für diesen Zweck zu zerschneiden, bietet uns P r e ß l e r s Z u w a c h s b o h r e r einen sehr wert-

vollen Behelf. Es ist dies ein kleiner Hohlbohrer aus Stahl (siehe Fig. 46), dessen flache Gewinde sich in den Stamm einbohren, wobei die scharfe Schneide am vorderen Ende des Instrumentes einen Holzspan von ca. 6 mm Durchmesser herausschneidet. Die Bohrung ist nach rückwärts etwas erweitert, so daß, sobald der Bohrer für die beabsichtigte Zuwachsmessung tief genug eingebohrt ist, eine gekerbte Nadel (E) zwischen Bohrer und Span eingeführt werden kann, welche denselben beim Rückwärtsdrehen des Bohrers festhält und vom Stamme abreißt, und mittelst welcher dann auch der Span aus dem Bohrer herausgezogen wird. Das Einbohren und Zurückdrehen des Bohrers erfolgt mittelst einer Handhabe (B), welche auf die Bohrspindel (A) nur lose aufgesteckt wird und in deren Höhlung für gewöhnlich die Bohrspindel samt der Klemmnadel ihren Platz findet. Durch Herausschrauben der beiden Hülsen C und D kann die Handhabe auch verlängert werden. Beim Ansetzen des Bohrers ist darauf zu sehen, daß er in radialer Richtung, also gegen den Kern des Stammes zu, und winkelrecht zur Stammachse eingeführt wird. Ein Druck gegen den Stamm ist nur zu Beginn der Bohrung auszuüben, bis die Schraubengewinde fest eingegriffen haben; weiters erfolgt das Einbohren nur durch Drehen der Handhabe. Durch den ausgeübten Druck beim Einsetzen des Bohrers werden häufig die äußersten Jahrringe, deren genaue Messung zumeist in unserer Absicht liegt, verschoben oder zerdrückt; es ist daher besser, die Rinde an der Bohrstelle zu belassen oder nur die äußere grobe und harte Borke bis gegen den Bast hin zu entfernen, damit die Bohrspindel in dieser bereits sichere Führung gewinnt, bevor der Holzkörper selbst erreicht wird.

Fig. 46.

Damit die Jahrringe am Bohrspane deutlich hervortreten, wird derselbe senkrecht auf die Faserrichtung mit einem scharfen Messer etwas beschnitten und die Schnittfläche erforderlichenfalls (bei Buchen, Birken, Aspen etc.) mit Humuserde oder einem Färbemittel eingerieben. Die Messung der Jahrringbreite kann mittelst der Klemmnadel erfolgen, welche für diesen Zweck auf der Rückseite mit einer Millimeterteilung versehen ist.

Der Bohrer selbst ist vor dem Gebrauche, insbesondere bei harzreichen Hölzern, stets mit Unschlitt oder Vaselin einzufetten; das Bohrloch im Stamme soll an stehenden Bäumen, damit nicht Harzfluß oder eine Faulstelle entstehe, mit einem kleinen Holzstück oder mit Baumwachs geschlossen werden.

Die gewöhnliche Sorte des Zuwachsbohrers, für alle Weichhölzer und auch noch bei der Buche (bei dieser aber nicht auf volle Tiefe) anwendbar, liefert 7—7 ½ cm lange Bohrspäne; für Harthölzer dient eine kürzere (6 cm lange) und im Eisen stärker gehaltene Bohrspindel mit nur 5 mm Bohrweite (Hartholzbohrer), während der Tiefbohrer, welcher ein Einbohren bis zu 13—14 cm Tiefe gestattet, nur in weichen Hölzern angewendet werden kann [1]). Für eine verläßliche Bestimmung des Stärkezuwachses müssen auch am stehenden Stamme die Jahrringbreiten mindestens an

1) Die von Mechaniker Neuhöfer in Wien nach Angabe des Direktors Bretschneider angefertigten Zuwachsbohrer geben für harte und weiche Hölzer Bohrspäne bis zu 9 cm Länge. Auch ist die Handhabe bei diesem Bohrer stärker und bequemer als bei den Preßlerschen. Letztere sind durch die k. k. Hofbuchhandlung M. Perles in Wien zu beziehen. Besonders sei aber hier auf die neuestens eingeführten schwedischen Zuwachsbohrer aufmerksam gemacht, welche aus vorzüglichem Material in Längen von 10 bis 25 cm hergestellt werden, und daher besonders zum Zwecke der Altersermittlung von stehenden Bäumen zu empfehlen sind. Zu beziehen durch R. Reiß, Fabrik technischer Artikel, in Liebenwerda, Provinz Sachsen.

zwei gegenüberliegenden Stellen, bei einseitiger Beastung oder unregelmäßiger Querschnittsform des Stammes womöglich an mehreren Stellen mit dem Bohrer entnommen und gemessen werden, und nur bei Stämmen, deren regelmäßige Beastung und Stammform eine sehr gleichmäßige Verteilung des Zuwachses am Stamme vermuten läßt, kann das Doppelte der nur an einer Stelle erhobenen Jahrringbreite als Durchmesserzuwachs genommen werden.

Noch sei hier jener Zuwachsmesser gedacht, welche durch ein um den Stammumfang gelegtes Stahlband und eine damit verbundene Hebelvorrichtung die Beobachtung und Messung des Stärkezuwachses am stehenden Baume während der Vegetationsperiode gestatten. Solche Zuwachsmesser wurden von Ingenieur Pfister, dann von Hofrat Friedrich (Mariabrunn) konstruiert und von letzterem auf eine hohe Stufe der Vervollkommnung gebracht.

Die Ermittelung des Stärkezuwachses für die ganze Lebensdauer eines Baumes könnte nur am untersten Stammabschnitte erfolgen, da alle höher gelegenen Querschnitte die Jahrringe nur mehr von jenem Alter ab enthalten, in welchem die Pflanze jene Höhe erreicht hatte, also die Jahrringe, welche vor jenem Alter liegen, dort fehlen. Gleichwohl wird, wegen der schon früher erwähnten Unregelmäßigkeit des Verlaufes der Jahrringe am Stammgrunde, der Stärkezuwachs der verschiedenen Altersperioden meist in der Höhe von 1.3 Meter gemessen; nur für die jüngsten Altersstufen wird man den Stärkezuwachs am Stammgrunde messen. Für eingehende Zuwachsuntersuchungen (Stammanalysen) wird der Stärkezuwachs auf einer Anzahl höher gelegener Querschnitte für alle in diesen noch vertretenen Altersstufen zu erheben sein. Für solche Untersuchungen wäre es nicht zweckmäßig, die Breiten der einzelnen Zuwachsperioden, also fast durchweg sehr kleine Größen, zu messen und aus diesen die jeweiligen Durchmesser zu bestimmen, sondern man wird besser umgekehrt die Durchmesser der früheren Altersperioden, für welche der Zuwachs ermittelt werden soll, durch Abzählen der Jahrringe von außen nach innen bestimmen, dann dieselben messen und aus deren Differenz den periodischen Stärkezuwachs erhalten. Man zieht zu diesem Zwecke auf jedem Querschnitte, für welchen die Erhebung stattfinden soll, wenigstens zwei aufeinander senkrechte Durchmesser, so daß dieselben im Mittel auch dem mittleren Durchmesser des Querschnittes entsprechen und daß dabei Stellen mit abnormem Verlaufe der Jahrringe (Ueberwallungen, Asteingänge usw.) vermieden werden. Bei größeren und weniger regelmäßig geformten Querschnitten kann die Zahl der Durchmesser auch auf 3—4 vermehrt werden.

Zum Messen der Durchmesser, deren beide Enden stets mit den betreffenden Altersziffern zu bezeichnen sind, kann ein prismatischer Maßstab der vorbezeichneten Art, der in diesem Falle die erforderliche Länge besitzen muß, oder es können die von Professor Baur in München angegebenen Zuwachsmaßstäbe [1]) benützt werden. Es sind dies gleichfalls prismatisch geformte Maßstäbe aus Buchsbaumholz, deren Teilung (in halbe Millimeter) jedoch von der Mitte aus nach beiden Seiten numeriert ist, und welche im Mittelpunkte beider Teilungen einen kleinen Metallansatz mit runder Oeffnung besitzen. Mittelst eines durch diese Oeffnung gesteckten Stiftes wird der Maßstab im Mittelpunkt der innersten Jahrringe (bezw. des Markes) befestigt und es können nun nach verschiedenen Richtungen des Querschnittes je die beiden gegenüberliegenden Halbmesser leicht abgemessen werden.

Für ausgedehnte und sehr genaue derartige Messungen, bei welchen die Durchmesser, bezw. die Zuwachsbreiten, auf 0.1 Millimeter genau angegeben werden sollen, empfiehlt sich die Anwendung eines Stangenzirkels mit zwei feinen Stahlspitzen,

---

1) Zu beziehen durch Mechaniker Vogl in München.

deren eine fixiert wird, während die zweite mittelst einer Hülse am Maßstabe bewegt und durch eine kleine Klemmschraube gleichfalls in beliebiger Stellung fixiert werden kann. Der Maßstab trägt eine Teilung in Millimeter, die Hülse des beweglichen Stiftes einen Nonius, welcher die Zehntel-Millimeter leicht und noch mit freiem Auge ablesen läßt.

Der Stangenzirkel, welchen Mechaniker Schneider in Wien nach Angabe des Verfassers für solche Zuwachsmessungen angefertigt hat (siehe Figur 47), besteht aus einem hohlen Mes-

Fig. 47.

singstabe von parallelepipedischem Querschnitt, dessen Teilung bis 70 cm reicht. Beide Stahlspitzen, welche außer Gebrauch durch kleine Messinghülsen geschützt werden, sind an Schiebern beweglich und können durch die Klemmschrauben a_1, a_2 festgestellt werden. Ist die am Schieber s_1 befindliche Spitze an dem einen Ende des zu messenden Durchmessers eingesetzt, so kann die zweite Spitze erst ungefähr, dann nach Anziehung der an einem dritten Schieber s_3 befindlichen Klemmschraube a_3 mittelst der Mikrometerschraube m scharf eingestellt werden. Der Durchmesser wird dann mittelst des am Schieber s_2 angebrachten Nonius auf 0.1 mm genau abgelesen. Uebrigens kann die Einstellung, wenn man das Instrument leicht und senkrecht über den Querschnitt hält, auch mit freier Hand ganz scharf erfolgen, und kann daher die Mikrometerschraube bei den meisten Messungen weggelassen werden. Das jedesmalige Feststellen des Schiebers s_2 mit der Klemmschraube nach jeder Einstellung ist, wenn dieser Schieber gut an den Maßstab anschließt, nicht notwendig, es kann vielmehr sofort nach der Einstellung am Maßstab und Nonius abgelesen werden.

Mit diesem Instrumente können die Zuwachsmessungen sehr präzise und sehr rasch ausgeführt werden.

B e i s p i e l d e r S t ä r k e z u w a c h s e r m i t t e l u n g. Die Kiefer, für welche im vorigen § die Ermittelung des Höhenzuwachses als Beispiel gegeben wurde, ergab am Abschnitte von 1.3 Meter Höhe an zwei auf einander senkrechten Durchmessern D_1 und D_2 gemessen folgende Abmasse:

Im Alter:		10	20	30	40	50	60	70	80	82 Jahre
Durchmesser ohne Rinde in cm	D_1:	4.26	11.19	14.71	17.74	20.10	21.74	23.21	25.11	25.44
	D_2:	4.14	11.11	18.83	16.32	18.50	20.69	22.90	25.28	25.70
	Mittel:	4.20	11.15	14.27	17.03	19.30	21.22	23.06	25.17	25.57
period. Stärkezuwachs in cm:		6.95	3.12	2.76	2.27	1.92	1.84	2.11	0.40	

Für die Beurteilung des wahrscheinlichen Stärkezuwachses der nächstvorliegenden Zeitperiode, also n a c h v o r w ä r t s , ist wieder das Verhalten der Jahrringbreiten in den letzten Jahren maßgebend und ist die mehr oder weniger merkbare Abnahme derselben zu berücksichtigen. Auch kann, wenn der Stärkezuwachs durch alle oder wenigstens mehrere Altersperioden ermittelt wurde, dieser in gleicher Weise, wie dies beim Höhenzuwachs gezeigt wurde, graphisch dargestellt und aus dem bisherigen Verlaufe der Kurve auf deren weiteres Verhalten geschlossen werden. Es ist jedoch hier noch mehr als beim Höhenzuwachs zu beachten, daß durch eine Aenderung in den Bestandesverhältnissen der bisherige Verlauf des Stärkezuwachses wesentlich geändert, insbesondere durch eine inzwischen erfolgende Lichtstellung oder stärkere Durchforstung des Bestandes ein bereits im Sinken begriffener Stärkezuwachs neuerdings beträchtlich erhöht werden kann, wie dies auch das obige Beispiel im Zuwachse des Jahrzehntes 70—80 gegenüber den beiden vorausgegangenen Perioden zeigt. In diesem obigen Falle wäre der Stärkezuwachs für das nächste Jahrzehnt etwa mit 2 cm anzunehmen.

Der F l ä c h e n z u w a c h s wird in der Regel nicht direkt, sondern aus dem Stärkezuwachse ermittelt. Da der Flächenzuwachs in der Vergrößerung der Querfläche gegeben ist, welche durch Ablagerung eines oder mehrerer Jahrringe um den

ganzen Umfang des Stammes, bezw. der früher vorhandenen Querfläche erfolgt, so genügt für die Bemessung desselben die Kenntnis der Jahrringbreiten allein nicht, sondern es muß auch der Durchmesser oder Umfang der früheren Querfläche bekannt sein. Aus der Größe des Stärkezuwachses kann daher auch nicht unmittelbar auf die Größe des Flächenzuwachses geschlossen werden.

Man bestimmt demnach den Flächenzuwachs einer bestimmten, etwa n-jährigen, Zeitperiode am einfachsten aus dem Durchmesser des betreffenden Querschnittes zu Beginn und am Ende dieser Periode und den diesen Durchmessern entsprechenden Kreisflächen, wobei in der Regel wieder mindestens zwei, bei weniger regelmäßigen Querflächen auch mehrere Durchmesser zu messen sind und das arithmetische Mittel aus den erhaltenen Größen als der dem früheren und jetzigen Querschnitte entsprechende Kreisdurchmesser angesehen werden kann.

Die Kreisflächen entnimmt man einer hinreichend genauen Kreisflächentafel (Tafeln von Kunze und Seckendorff, in Preßlers Hilfsbuch etc. [1]); hat man solche nicht zur Hand, so ist für die Berechnung die Formel für den Flächenzuwachs $z_g = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) = 0{,}7854\,(D + d)\,(D - d)$ am bequemsten.

Soll z. B. für die bereits früher auf ihren Stärkezuwachs untersuchte Kiefer der Flächenzuwachs der letzten 12 Jahre ermittelt werden, so ergibt sich, da $D_{82} = 25.6$, und die Zuwachsbreite vom Jahre 70—82 im Mittel mit 2.5 cm gemessen wurde, $d_{70} = 23.1$ cm; und mit Benutzung der Kreisflächentafel $z_f = 515 - 419 = 96\ cm^2$, oder auch $z_f = 0.7854 \times 48.7 \times 2.5 = 95.62\ cm^2$, also pro Jahr ein Flächenzuwachs von $96 : 12 = 8\ cm^2$.

Bei unregelmäßig geformten Querflächen würde selbst mittelst mehrerer Durchmesser der Flächenzuwachs nicht richtig bestimmt werden; sind dabei die Jahrringbreiten längs des Umfanges ziemlich gleichbleibend, so könnte dessen Bemessung ziemlich annähernd richtig in der Weise erfolgen, daß man den Umfang (bezw. die Länge) des Zuwachsringes in der Mitte desselben, etwa durch einen aufgelegten, zuvor mit Wachs geglätteten Faden mißt und diese Länge mit der durchschnittlichen Breite des Zuwachsringes multipliziert. In den meisten Fällen, insbesondere für genauere Erhebungen, wird man es aber vorziehen, die Flächen des Querschnittes zu Beginn und am Ende der betreffenden Zuwachsperiode mittelst eines Planimeters zu messen, wozu sich am besten der Amslersche Polarplanimeter eignet, und aus deren Differenz den Flächenzuwachs zu bestimmen. Zu diesem Zwecke werden auf dem geglätteten Querschnitte die betreffenden Jahrringe mit einem weichen Bleistifte scharf nachgezogen, dann auf Pauspapier durchgezeichnet und kann dann die Messung mittelst des Planimeters an der auf eine glatte Tischfläche ausgespannten Zeichnung sehr leicht und rasch vollzogen werden.

In Ermanglung eines Planimeters können solche unregelmäßig geformte Querflächen auch nach der bereits in § 11 (Seite 181) angegebenen Simpsonschen Regel gemessen werden.

Soll der Flächenzuwachs für alle auf einem Querschnitte vertretenen Altersperioden ermittelt werden, so wird in den meisten Fällen die vorhin an einem Beispiele durchgeführte Messung von 2—3 Durchmessern genügen, zu welchen dann die zugehörigen Querflächen aus einer Kreisflächentafel entnommen werden können; im anderen Falle wären die betreffenden Querschnitte für alle Altersperioden wieder auf Pauspapier zu übertragen und auf diesem mittelst eines Polarplanimeters zu messen.

---

1) Für sehr genaue Arbeiten sind Kunzes „Siebenstellige Kreisflächen für alle Durchmesser von 0.01 bis 99.99“, Dresden 1868, am meisten zu empfehlen.

An unserem vorigen Beispiele erhalten wir für den Stammgrundflächenzuwachs in 1.3 m Höhe der 82jährigen Kiefer folgende Zahlen:

Im Alter	10	20	30	40	50	60	70	80	82 Jahren
Durchmesser in cm	4.20	11.15	14.27	17.03	19.30	21.22	23.06	25.17	25.57
Querfläche in cm^2	14	98	160	228	293	354	417	498	514
Flächenzuwachs in cm^2		84	62	68	65	61	63	81	16

Der Flächenzuwachs nach vorwärts wäre wieder entweder nach dieser Zuwachsreihe (im obigen Beispiele etwa mit 80 cm^2 für das nächste Jahrzehnt) oder nach dem wahrscheinlichen Stärkezuwachs der nächsten Jahre zu beurteilen, was in unserem Falle, wenn man diesen für das nächste Jahrzehnt mit 2,0 cm annimmt (also $D_{92} = 27.6$ cm, da $d_{82} = 25.6$ cm), einen Flächenzuwachs von $598-515=83$ cm^2 ergeben würde. Ganz ebenso wie bei der Vorausbestimmung des Stärkezuwachses wären auch bei der Beurteilung des Flächenzuwachses für die nächste Zeit etwaige Aenderungen in den Schlußverhältnissen des Bestandes zu berücksichtigen.

Bei Erhebungen über den Lichtungszuwachs, den Einfluß von Durchforstungen und dgl., bei welchen hauptsächlich die Breite der letzten (äußersten) Jahrringe in Betracht kommt, ist zu beachten, daß diese an der Saftleitung am meisten beteiligten Jahrringe infolge des Turgors der sie zusammensetzenden Zellen oft relativ breiter erscheinen als die inneren Jahrringe. (Vergl. die Anmerkung hierüber in der 1. Auflage S. 199.)

§ 47. Ermittelung des Massenzuwachses. Der laufende jährliche oder periodische Massenzuwachs eines Stammes ist in der Summe aller Flächenzuwachsgrößen am Stamme aufwärts oder auch in der Differenz der gegenwärtigen Masse des Stammes gegenüber jener gegeben, welche derselbe vor einem Jahre, bezw. vor n Jahren hatte.

Wäre uns die Gleichung bekannt, welche das Verhalten des Flächenzuwachses vom Stammgrunde bis zur Spitze allgemein ausdrückt, so könnten durch Messung des Flächenzuwachses an einigen Stellen die Koeffizienten dieser Gleichung stets für den speziellen Fall ermittelt und dann der Massenzuwachs durch Integration jenes Ausdruckes gefunden werden. Da aber dieses Verhalten des Flächenzuwachses je nach den Verhältnissen der Beastung, des Schlusses etc. ein sehr verschiedenes und am Einzelstamm auch nicht streng gesetzmäßig verlaufendes ist, anderseits es nicht wohl möglich wäre, den Flächenzuwachs an allen Stellen des Stammes zu erheben, so wird für die Ermittelung des Massenzuwachses meist der zweite Weg, die Vergleichung der jetzigen und früheren Masse des Stammes eingeschlagen. Es können hiefür je nach dem erforderlichen Grade der Genauigkeit der Zuwachsermittelung verschiedene Verfahren angewendet werden.

a) Zuwachsermittelung nach dem Sektionsverfahren. Für eine möglichst genaue Ermittelung des Massenzuwachses muß der Flächenzuwachs an möglichst vielen Stellen des Stammes erhoben, beziehungsweise die jetzige und die frühere Masse des Stammes möglichst genau bestimmt werden. Beides kann nun in der Weise erfolgen, daß der Stamm in eine Anzahl von Sektionen zerteilt wird, an deren Querschnitten entweder direkt der Zuwachs der einzelnen Sektionen und aus der Summe dieser Zuwachsgrößen der gesamte Massenzuwachs ermittelt, oder die Durchmesser für die Berechnung der jetzigen und früheren Masse abgenommen werden, aus deren Differenz sich dann die Zuwachsgröße ergibt.

Es wird demnach der Stamm in 2—4 Meter lange Sektionen zu teilen und an den Querschnitten werden die jetzigen und früheren Durchmesser ohne Rinde zu messen sein. Die Masse ergibt sich dann für alle ganzen Sektionen des jetzigen sowie des um n Jahre jüngeren Stammes nach der bereits in § 4 aufgestellten Formel für die sektionsweise Kubierung, wenn die Querschnitte an den Enden der Sektionen geführt wurden, als $m = l\left(\frac{g_0 + g_n}{2} + g_1 + g_2 + g_3 + \ldots g_{n-1}\right)$. Bei beiden Stämmen ist

dann noch die Masse des obersten Gipfelstückes, welches in der Regel nicht die volle Sektionslänge besitzen wird, hinzuzurechnen, für welchen Zweck das Gipfelende des um n Jahre jüngeren Stammes durch Querschnitte aufzusuchen oder auch annähernd dessen Lage in der betreffenden Sektion nach dem aus der Abnahme der Jahrringzahl ersichtlichen durchschnittlichen Höhenzuwachse innerhalb derselben zu bestimmen ist.

Für die direkte Ermittelung des Zuwachses in den einzelnen Sektionen ist es zweckmäßiger, die Querschnitte in die Mitte derselben zu legen, um so gleich deren mittleren Flächenzuwachs zu messen, welcher, mit der Länge des Abschnittes multipliziert, dessen Massenzuwachs angibt.

Der Flächenzuwachs wird wieder zumeist nach den mittleren Durchmessern D und d für jetzt oder vor n Jahren, bei unregelmäßigen Querflächen aber mittelst eines Planimeters gemessen. Da die Sektionslängen gleich sind, so kann der Zuwachs, wenn wir mit G_1, G_2 . . . die jetzigen, mit g_1, g_2 . . . die früheren Querflächen bezeichnen, für alle beiden Stämmen gemeinsamen Sektionen nach der Formel $z = l\,[(G_1 + G_2 + G_3 + \ldots) - (g_1 + g_2 + g_3 + \ldots)]$ berechnet werden, zu welchem Betrage noch die Masse des über dem Gipfelende des jüngeren Stammes liegenden Gipfelstückes als voller Zuwachs hinzuzurechnen ist.

Für die Berechnung des wahrscheinlichen Massenzuwachses der nächstvorliegenden Zeitperiode also nach vorwärts, treten die jetzigen Durchmesser bezw. Querflächen (beides ohne Rinde gemessen) an Stelle der d_1, d_2 . . . oder der g_1, g_2 . . . des kleineren Stammes, während für D_1, D_2 . . . oder G_1, G_2 . . ., d. i. die Durchmesser oder Kreisflächen des a + n jährigen Stammes, die jetzigen Größen derselben um den voraussichtlichen Stärke- oder Flächenzuwachs der nächsten n Jahre in den einzelnen Querschnitten zu vermehren sind. Im übrigen erfolgt die Berechnung in gleicher Weise wie für eine abgelaufene Periode.

Der Unsicherheit gegenüber, mit welcher die Vorausbestimmung des Massenzuwachses stets verknüpft ist, erscheint jedoch dieses Verfahren zu umständlich, und man wird daher für die Lösung dieser Aufgabe meist eines der folgenden einfacheren Verfahren wählen.

b) Zuwachsermittelung aus der Stammitte. Die Ermittelung des Massenzuwachses für eine abgelaufene oder folgende Zeitperiode wird wesentlich vereinfacht, wenn wir uns gestatten, die Masse der beiden zu vergleichenden Stämme aus den mittleren Querflächen derselben, bezw. den Durchmessern $D_{H/2}$ und $d_{h/2}$ in der Stammitte und aus ihrer Totalhöhe oder Länge H und h zu berechnen. Dieses Verfahren erscheint, obwohl für die Kubierung ungenau, deshalb hier zulässig, weil der Fehler der Massenbestimmung aus G_m H und g_m h für beide Stämme ziemlich gleich bleibt, die gesuchte Differenz daher annähernd richtig erhalten wird.

Man hätte also nach Fig. 48 zunächst die Gesamtlänge des Stammes ab = H zu messen, dann den Gipfelpunkt des a—n jährigen Stammes (c) aufzusuchen und darnach die Länge h = H—bc zu bestimmen, ferner in der Mitte von H den Durchmesser $D_{H/2}$ und in der Mitte von h den dortigen Durchmesser des a—n-jährigen Stammes $d_{h/2}$ (letzteren aus dem jetzigen dortigen Durchmesser weniger der doppelten Zuwachsbreite, also aus $d_{h/2} = D_{h/2} - [b_1 + b_2]$ und zwar beide ohne Rinde zu ermitteln.

Fig. 48.

Da die Masse der beiden Stämme und zwar $M = \frac{\pi}{4} D_{H/2}^2 H$ und $m = \frac{\pi}{4} d_{h/2}^2 h$ angenommen wird, so ist der Massenzuwachs $z = M - m = \frac{\pi}{4} (D_{H/2}^2 H - d_{h/2}^2 h)$ oder auch

$$z = G_{H/2} H - g_{h/2} h.$$

Um beide Durchmesser an gleicher Stelle messen zu können, hat P r e ß l e r vorgeschlagen, den Stamm stets zuerst um n Jahrestriebe (also bei c) zu kürzen, dann sowohl den jetzigen Durchmesser D als auch den früheren d in der Mitte dieses „zuwachsrecht" entwipfelten Stammes, also in $\frac{h}{2}$ zu messen, und für beide Stämme nur diese Länge h in Rechnung zu nehmen. Es wird damit der kleinere Stamm wie früher als Paraboloid, der größere aber als abgestutztes Paraboloid berechnet und bei diesem das kleine Gipfelstück cb vernachlässigt. Die obige Formel vereinfacht sich dadurch auf die Form:

$$z = \frac{\pi}{4} h (D_{h/2}^2 - d_{h/2}^2) \text{ oder } z = h (G_{h/2} - g_{h/2}).$$

Für diese Zuwachsermittelung kann, anstatt den Stamm bei $\frac{h}{2}$ zu zerschneiden, mit Vorteil der Zuwachsbohrer angewendet werden. Man mißt in diesem Falle bei $\frac{h}{2}$ den Durchmesser samt Rinde ($_rD$) mit einer Kluppe, entnimmt an beiden Enden des mittleren Durchmessers Bohrspäne, mißt an diesen die Rindenbreiten r_1 und r_2 und die Breite der letzten n Jahrringe b_1 und b_2, und erhält dann $D = {_rD} - (r_1 + r_2)$ und $d = D - (b_1 + b_2)$. Bei regelmäßigen Querschnitten kann wohl auch die Rinden- und Zuwachsbreite nur an e i n e r hierzu gut geeigneten Stelle erhoben und dann $D = {_rD} - 2r$ und $d = D - 2b$ genommen werden.

Für die Zuwachsermittelung n a c h v o r w ä r t s ist die Gesamtlänge des jetzigen Stammes für beide Stämme, ferner der jetzige Durchmesser ohne Rinde in der Mitte dieser Länge und dieser vermehrt um die wahrscheinliche (doppelte) Zuwachsbreite der nächsten n Jahre als Durchmesser des a + n jährigen Stammes in Rechnung zu nehmen, also H an Stelle von h, $D_{H/2}$ an Stelle von $d_{h/2}$ und $D_{H/2} + 2b$ an Stelle von D in die obige Formel einzusetzen.

c) Z u w a c h s e r m i t t e l u n g n a c h F o r m z a h l e n. Nimmt man die Formzahlen innerhalb kleinerer Zeiträume als gleichbleibend an oder kann man die Formzahlen und deren Aenderung mit dem Alter der Stämme mit hinlänglicher Sicherheit aus Erfahrungstafeln (Formzahltafeln) entnehmen, so kann der Massenzuwachs auch aus dem Zuwachse der Grundstärke und der Höhe unter Anwendung dieser Formzahlen bestimmt werden. Man hat in diesem Falle für eine abgelaufene Zeitperiode wieder die jetzige Höhe H und die frühere h, dann den jetzigen und früheren Durchmesser D und d in der Brusthöhe zu messen, ferner die jetzige Formzahl des Stammes aus der Gleichung $f = \frac{M}{w}$ (worin M die durch Kubierung gefundene Holzmasse des Stammes, w aber die Masse der Walze von gleicher Grundstärke und Höhe ist) zu ermitteln. Da $M = \frac{\pi}{4} D^2 H f$ und $m = \frac{\pi}{4} d^2 h f$, so ist der Massenzuwachs $z = M - m = \frac{\pi}{4} (D^2 H - d^2 h) f = (GH - gh) f$.

Für den gefällten Stamm, also „am Liegenden", wie Preßler dies kurz bezeichnet, bietet diese Methode bei größerer Umständlichkeit gegen das unter b) dargelegte Verfahren keinen Vorzug; dieselbe wird daher auch hauptsächlich für die

Zuwachsbestimmung an stehenden Bäumen benützt, in welchem Falle H mittelst eines Höhenmessers gemessen, der n jährige Höhenzuwachs (zur Bestimmung von h) eingeschätzt und die Formzahl entweder gleichfalls geschätzt oder besser einer guten Formzahltafel entnommen, endlich der jetzige Durchmesser samt Rinde in Brusthöhe gemessen und die Rindenbreite sowohl als die Zuwachsbreite der letzten n Jahre für die Bestimmung von D und d mit dem Zuwachsbohrer erhoben wird. Bei Anwendung zuverlässiger Formzahltafeln könnte selbst die Formänderung berücksichtigt werden, indem für den jetzigen und den früheren Stamm die ihren sonstigen Dimensionen entsprechenden Formzahlen daraus entnommen werden. Noch einfacher aber ist es, die den jetzigen und früheren Grundstärken und Höhen entsprechenden Stamminhalte einer Massentafel zu entnehmen, deren Differenz dann direkt den Zuwachs angibt. In beiden Fällen würde man aber damit nur das durchschnittliche Verhalten einer solchen Stammklasse, nicht aber das individuelle Verhalten des betreffenden Stammes erhalten.

Die Zuwachsbestimmung nach vorwärts hätte wieder in analoger Weise stattzufinden.

d) Bestimmung des Massenzuwachses aus dem Grundstärken- und Höhenzuwachs. Professor Breymann hat für die Ermittelung des einjährigen Zuwachses unter der hier sicher gestatteten Voraussetzung, daß die Formzahl innerhalb eines Jahres gleichbleibt oder sich doch nur sehr wenig ändert, die folgende einfache Formel entwickelt. Bezeichnet man mit m die Masse des jetzigen und mit M jene des um 1 Jahr älteren Stammes, mit d die Grundstärke, mit h die Höhe des ersteren, dann mit Δd den 1jährigen Stärkezuwachs und mit Δh den 1jährigen Höhenzuwachs, welche beiden Zuwachsgrößen aber wieder nach dem Mittel des Zuwachses mehrerer Jahre genommen werden, endlich mit f die Formzahl, so ist

$$M = \frac{\pi}{4} (d + \Delta d)^2 (h + \Delta h) f \text{ und } m = \frac{\pi}{4} d^2hf,$$

somit der Zuwachs

$$z = M - m = \frac{\pi}{4} f [(d + \Delta d)^2 (h + \Delta h) - d^2h] =$$

$$= \frac{\pi}{4} f (d^2h + 2d\Delta dh + \Delta d^2h + d^2\Delta h + 2d\Delta d\Delta h + \Delta d^2\Delta h - d^2h).$$

Werden in diesem Ausdrucke die Glieder Δd^2h, $2d\Delta d\Delta h$ und $\Delta d^2\Delta h$, welche die sehr kleinen Größen Δd und Δh als Produkte oder in zweiter Potenz enthalten, vernachlässigt, so ergibt sich, da $+ d^2h$ und $- d^2h$ sich gegenseitig aufheben,

$$z = \frac{\pi}{4} f (2d\Delta dh + d^2\Delta h) = \frac{\pi}{4} df (2\Delta dh + d\Delta h)$$

oder auch, da $m = \frac{\pi}{4} d^2hf$ ist, $z = m\left(\frac{2\Delta d}{d} + \frac{\Delta h}{h}\right)$.

Ist der Höhenzuwachs als bereits sehr gering oder ganz fehlend zu betrachten, so vereinfacht sich dieser Ausdruck in $z = \frac{\pi}{2} dfh\Delta d = m \frac{2\Delta d}{d}$.

e) Nicht selten wird auch der gegenwärtige Gesamtalters-Durchschnittszuwachs des Stammes $\frac{m_a}{a}$ zugleich als dessen laufender Zuwachs angenommen.

Es ist dies, da der laufende Zuwachs dem durchschnittlichen nur zur Zeit der Kulmination des letzteren gleich, bis dahin aber stets größer ist als dieser, nur in oder nahe an der Zeit dieser Kulmination des durchschnittlichen Zuwachses zulässig.

Da nun der Durchschnittszuwachs der Einzelstämme bei einigermaßen genügendem Standraume derselben meist bis über das Haubarkeitsalter derselben hinaus noch ansteigt, so würde man mit der Annahme des durchschnittlichen Zuwachses an Stelle des laufenden den letzteren fast immer zu klein erhalten; besonders wäre dies zur Zeit der Kulmination des laufenden Zuwachses der Fall, zu welcher Zeit derselbe nahezu noch einmal so groß ist als der durchschnittliche. Die Aufrechnung des Durchschnittszuwachses ist, wie wir noch im weiteren sehen werden, berechtigt, wenn es sich um den Zuwachs von ganz oder nahezu haubaren Beständen handelt, nicht aber für die Zuwachsbestimmung am Einzelstamm.

Noch wäre, da die meisten der vorstehend behandelten Methoden nur den Zuwachs des Stammschaftes angeben, die Zuwachsermittelung am Astholze in Betracht zu ziehen. An den stärkeren Aesten kann die Zuwachsermittelung erforderlichen Falles in gleicher Weise wie am Stamme entweder in der Mitte derselben oder an einzelnen Sektionen erfolgen; an den schwächeren Aesten würde eine spezielle Zuwachsermittelung wohl selbst für genauere Arbeiten zu zeitraubend sein. Zumeist begnügt man sich, insbesondere bei Nadelhölzern, damit, den Zuwachs am Schafte zu ermitteln, und nimmt die Zunahme der Astmasse als proportional der Zunahme des Schaftholzes an, was umsomehr berechtigt erscheint, da für beide Teile dasselbe Blattvermögen tätig ist und als auch der Wert der Astmasse zumeist gegenüber jenem des Schaftes kaum in Betracht kommt.

Beispiel der Massenzuwachs-Ermittelung. An einer 65jährigen Lärche wurden, um den Zuwachs der letzten 5 Jahre nach dem Sektionsverfahren zu ermitteln, Sektionen von je 2 m Länge gebildet und die Querschnitte in die Mitte jeder Sektion, also bei der Höhe von 1, 3, 5, 7 etc. Metern vom Abhiebe aufwärts geführt, an welchen Querschnitten als Mittel von je zwei Durchmessern für die jetzigen Durchmesser ohne Rinde und für jene vor 5 Jahren die folgenden Größen erhoben wurden:

Höhe des Querschnittes:	1	3	5	7	9	11	13	15
jetziger Durchm. D:	28.3	25.4	24.8	23.6	22.7	21.7	20.5	19.2
früherer Durchm. d:	26.7	24.1	23.5	22.2	21.2	20.0	18.7	17.4

	17	19	21	23	25	27 Meter
D	18.2	16.1	14.7	11.1	7.8	4.0 cm
d	16.4	14.1	12.2	7.8	4.3	0.8 cm

Die Gesamtlänge des Stammes vom Abhieb betrug 29.3 m; es erübrigt also für den jetzigen Stamm nebst den 14 Sektionen à 2 m Länge noch ein Gipfelstück von 1.3 m Länge, dessen Durchmesser in der Mitte dieser Länge mit 2.2 cm gemessen wurde. Für den 60 jährigen Stamm wurde, da dessen Gipfel im obersten Querschnitte bei 27 m noch mit zwei Jahrringen vertreten ist und daher bis nahe an das obere Ende dieser Sektion reichen dürfte, dieselbe noch als voll angenommen.

Es ergeben sich daher, wenn wir für obigen Durchmesser die Kreisflächen einsetzen und diese summieren, für den jetzigen und früheren Stamm folgende Holzmassen (ohne Rinde):

$M = 2 \times 0.42410 + 1.3 \times 0.0004 = 0,8487$ fm und

$m = 2 \times 0.35635 = 0.7127$ fm^3; somit der

fünfjährige Zuwachs $z = 0.8487 - 0.7127 = 0.136$ fm.

Direkt aus dem Zuwachse der einzelnen Sektionen würde man ebenso erhalten:

$z = 2\,(0.42410 - 0.35635) + 1\,3 \times 0\,0004 = 0.136$ fm.

Für die Zuwachsermittelung aus der Stammitte ergab sich zunächst die Höhe des 60-jährigen Stammes mit 27.8 m, die zuwachsrechte Mitte daher bei 13.9 m. An dieser Stelle wurde der mittlere Durchmesser samt Rinde mit 21.6 cm, dann mittelst des Zuwachsbohrers die beiderseitige Rindenbreite mit 1.6 cm und die beiderseitige Zuwachsbreite der letzten 5 Jahre mit 1.7 cm gemessen; es ist daher für diese Berechnungsart

$D_{1/2} = 21.6 - 1.6 = 20.0$ cm, $d_{1/2} = 20.0 - 1.7 = 18.3$ cm,

und somit, wenn wir für diese Durchmesser die Kreisflächen einsetzen,

$z = 27.8\;(0.03142 - 0.02630) = 0.142$ fm.

Aus dem Grundstärken- und Höhenzuwachse würde man als einjährigen Massenzuwachs des jetzigen Stammes, da hiefür $m = 0.8487$ fm, $d = 28.3$ cm, $\Delta d = \frac{1.6}{5} = 0.32$ cm, $h = 29.3$ m, $\Delta h = \frac{29.3 - 27.8}{5} = \frac{1.5}{5} = 0.3$ m ist, nach Breymanns Formel erhalten:

$$z = 0.8487\left(\frac{2 \times 0.23}{28.3} + \frac{0.3}{29.3}\right) = 0.8487 \times 0.0328 = 0.0278 \text{ fm}.$$

Die genaue Zuwachsberechnung nach Sektionen ergibt einen durchschnittlich jährlichen Zuwachs der letzten 5 Jahre von 0,136 : 5 = 0.0272 fm.

Die Anrechnung des Gesamtalters-Durchschnittszuwachses anstatt des laufenden würde dagegen den letzteren nur mit $\frac{0.8487}{65}$ = 0.0131 fm, also mit weniger als der Hälfte seiner wirklichen Größe bemessen.

§ 48. **Ermittelung der Zuwachsprozente am Einzelstamme.** Für die Aufgaben der Betriebseinrichtung und der forstlichen Statik ist häufig nicht die Kenntnis der absoluten, sondern jene der relativen Zuwachsgröße $\frac{z}{m}$, also des Verhältnisses zwischen Zuwachs und der Masse, an welcher derselbe erfolgt, erforderlich, welches Verhältnis zumeist in der Form eines Prozentes, somit in der Größe $p = \frac{z100}{m}$ ausgedrückt wird. Die Bemessung der Zuwachsprozente bietet, schon wegen der Unabhängigkeit dieser Zahlen von der jeweiligen Massengröße, auch sonst bei der Bestimmung des Zuwachses selbst, bei der Vergleichung verschiedener Zuwachsleistungen und der Feststellung des Einflusses wirtschaftlicher Maßregeln auf den Zuwachs manche Vorteile; unerläßlich aber ist die Kenntnis der Zuwachsprozente für die Bemessung der Verzinsung der von den Beständen repräsentierten Kapitalswerte oder der finanziellen Nutzleistung, welche diese Bestände durch ihren Zuwachs gewähren, und insofern ist das Zuwachsprozent ein wichtiger Faktor bei der Beurteilung der Hiebsreife eines Bestandes.

Schon aus diesem Grunde, weil auch die Bemessung des Zuwachsprozentes der Stärke, Fläche oder Masse meist nur als Grundlage einer weiteren finanziellen Kalkulation dient, kann dieses Zuwachsprozent nach der obigen Formel der einfachen Verzinsung $p = \frac{z100}{m}$ . . . 1, nur für ein Jahr berechnet werden; für längere Zeiträume muß auch hier die Berechnung nach Zinseszinsen platzgreifen, d. h. wir betrachten die Masse M, zu welcher die anfängliche Masse m innerhalb von n Jahren herangewachsen ist, als den Nachwert dieser letzteren im Sinne einer Kapitalszunahme, also $M = m\ 1.op^n$, und erhalten somit für das Zuwachsprozent der Masse für längere Zeiträume die Formel

$$1 \cdot op_m = \sqrt[n]{\frac{M}{m}},\quad p_m = 100\left(\sqrt[n]{\frac{M}{m}} - 1\right) \ldots .2.$$

Zur leichteren Berechnung dieser Zuwachsprozente hat P r e ß l e r eine sehr bequeme Näherungsformel, wie folgt, abgeleitet: Wächst die Masse m in n Jahren auf M an, so ist die jährliche Zuwachsgröße $\frac{M-m}{n}$ und die mittlere Größe des Massenvorrates, an welchem dieser Zuwachs erfolgt $\frac{M+m}{2}$; somit besteht für die Mitte des Zeitraums annähernd die Proportion

$$\frac{M-m}{n} : \frac{M+m}{2} = p_m : 100$$

und hieraus ist unmittelbar $p_m = \frac{M-m}{M+m}\,\frac{200}{n}$ . . . 3.

Man erhält also annähernd, und zwar meist e t w a s z u k l e i n, das Zuwachsprozent, wenn man die Differenz der anfänglichen und schließlichen Masse

(die Zuwachsgröße) durch deren Summe dividiert und diesen Quotienten mit $\frac{200}{n}$ multipliziert.

Etwas genauer als mit dieser Preßlerschen Formel erhält man die Zuwachsprozente mit der Näherungsformel, welche Kunze[1]) aufgestellt hat, dieselbe lautet:

$$p_m = \frac{M-m}{M(n-1)+m(n+1)} 200 \ldots . 4;$$

doch wird man auch mit der ersteren, dem Gedächtnis sehr leicht einzuprägenden Formel für die meisten Fälle der Praxis das Auslangen finden.

Das Stärkezuwachs-Prozent für irgend einen Stammquerschnitt ergibt sich daher, wenn man den jetzigen Durchmesser ohne Rinde, D, und jenen vor n Jahren, d (entweder direkt am Abschnitte oder aus D—2b mittelst des Zuwachsbohrers) erhoben hat, entweder aus

$$1 . op_d = \sqrt[n]{\frac{D}{d}} \text{ oder annähernd aus } p_d = \frac{D-d}{D+d} \frac{200}{n},$$

wobei D und d als die mittleren Durchmesser der betreffenden Querfläche zu nehmen, daher stets mehrere Durchmesser, bezw. Zuwachsbreiten zu messen und aus diesen die Mittelwerte zu nehmen sind. Das Stärkezuwachs-Prozent ist in verschiedenen Stammhöhen nicht gleich, sondern zumeist von unten nach oben zunehmend, daher auch das in irgend einer Stammhöhe ermittelte Zuwachsprozent stets nur für den betreffenden Querschnitt gültig ist.

Das Flächenzuwachs-Prozent ergibt sich aus denselben Messungen oder auch aus den direkten (mittelst Planimeters) gemessenen Querflächen (G und g) genau nach der Formel

$$1 . op_g = \sqrt[n]{\frac{G}{g}} = \sqrt[n]{\frac{D^2}{d^2}}$$

oder annähernd aus $p_g = \frac{G-g}{G+g} \frac{200}{n} = \frac{D^2-d^2}{D^2+d^2} \frac{200}{n}.$

Noch einfacher kann aber das Flächenzuwachs-Prozent auch direkt aus dem Stärkezuwachs-Prozent des betreffenden Querschnittes bestimmt werden, in Berücksichtigung des Satzes, daß das Prozent des Flächenzuwachses gleich ist dem Zweifachen des Stärkezuwachs-Prozentes; es kann demnach das erstere auch direkt aus den Durchmessern D und d nach der einfachen Formel

$$p_g = 2p_d = \frac{D-d}{D+d} \frac{400}{n}$$

berechnet werden.

Der Zuwachs der Fläche ist, wenn Δ um Δd zunimmt,

$$z_g = \frac{\pi}{4} (d + \Delta d)^2 - \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4} (2d\Delta d + \Delta d^2) \text{ und}$$

$p_g = 100 \frac{z_g}{\frac{\pi}{4} d^2} = 100 \left(\frac{2\Delta d}{d} + \frac{\Delta d^2}{d^2} \right)$, oder mit Vernachlässigung der sehr kleinen Größe $\left(\frac{\Delta d}{d}\right)^2$, $p_g = 100 \frac{\Delta d}{d} = 2p_d$.

Für die Beurteilung des Stärke- oder Flächenzuwachs-Prozentes für den nächstvorliegenden Zeitraum, also nach vorwärts, wäre wieder der jetzige Durch-

1) Siehe Kunze, Lehrbuch der Holzmeßkunst, Seite 228.

messer ohne Rinde an Stelle von d und dieser, vermehrt um die voraussichtlich doppelte Zuwachsbreite des betreffenden Zeitraumes an Stelle von D zu setzen.

Die Berechnung des Massenzuwachs-Prozentes erfolgt, wenn M und m oder m und der einjährige Zuwachs z bekannt sind, nach den bereits oben gegebenen Formeln 1—4. Für die ganz genaue Berechnung dieses Zuwachsprozentes müßte demnach die jetzige und frühere Masse des Stammes nach dem in § 46 sub a ausgeführten Sektionsverfahren ermittelt und dann das Prozent nach der Formel

$$1 . op_m = \sqrt[n]{\frac{M}{m}}, \text{ oder } p_m = 100\left(\sqrt[n]{\frac{M}{m}} - 1\right)$$

berechnet werden.

In sehr einfacher und direkter Weise ergibt sich das Massenzuwachsprozent eines liegenden Stammes nach dem in § 46 sub b bereits angegebenen Preßlerschen Verfahren der Zuwachsermittelung aus der zuwachsrechten Stammitte. Da wir dort $M = \frac{\pi}{4} D_{1/2}{}^2 h$ und $m = \frac{\pi}{4} d_{1/2}{}^2 h$ angenommen haben, so ergibt sich

$$1 . op_m = \sqrt[n]{\frac{M}{m}} = \sqrt[n]{\frac{D_{\frac{h}{2}}{}^2}{d_{\frac{h}{2}}{}^2}} = \sqrt[n]{\frac{G_{\frac{h}{2}}}{g_{\frac{h}{2}}}},$$

oder annähernd $p_m = \frac{G_{\frac{h}{2}} - g_{\frac{h}{2}}}{G_{\frac{h}{2}} + g_{\frac{h}{2}}} \frac{200}{n}$, bezw. $p_m = \frac{D_{\frac{h}{2}} - d_{\frac{h}{2}}}{D_{\frac{h}{2}} + d_{\frac{h}{2}}} \frac{400}{n}$.

Preßler nimmt also das Zuwachsprozent der Fläche in der Mitte des zuwachsrecht entwipfelten Stammes als Zuwachsprozent der Schaftmasse und zugleich als solches des ganzen Baumes, da der Zuwachs an den Aesten als dem Zuwachse an Schaftmasse proportional angenommen werden kann. Diese Annahme Preßlers erscheint nach den Vergleichungen und Untersuchungen, welche hierüber von H. Täger bereits im Jahre 1867 [1]), in neuerer Zeit aber von Dr. Theodor Nördlinger [2]) veröffentlicht wurden, für die meisten Fälle als wohlberechtigt; speziell erhielt Täger aus der zuwachsrechten Mitte der Stämme mit den durch Stammanalyse genau berechneten Zuwachsprozenten sehr nahe übereinstimmende Prozente und auch Nördlinger fand die Stelle des Schaftes, in welcher das mittlere Stammzuwachsprozent liegt, in den meisten Fällen etwas unterhalb der Stammitte, also nahe der von Preßler angenommenen zuwachsrechten Mitte; nur bei älteren hochstämmigen Fichten und Tannen, dann auch bei freigestellten Bäumen höheren Alters rückt dieser Punkt in die Mitte der Scheitelhöhe hinauf, und wäre also bei solchen Stämmen das Zuwachsprozent in der Mitte des unentwipfelten Stammes zu suchen.

Für die Bemessung des Zuwachsprozentes nach vorwärts aus der zuwachsrechten Stammitte wäre wieder die wahrscheinliche beiderseitige Zuwachsbreite der nächsten n Jahre einzuschätzen, darnach die voraussichtliche Größe des Durchmessers nach n Jahren $D' = D + 2b$ zu bestimmen und sind dann diese Größen D′ und D an Stelle von D und d in die obigen Formeln einzusetzen.

Geringere Sicherheit als dieses Verfahren bietet die Bestimmung des Zuwachsprozentes am stehenden Stamme, da hier der Stärke- oder Flächenzuwachs nur im untersten Stammteile erhoben werden kann, wo derselbe nicht, wie in der Stammitte, das durchschnittliche Flächenzuwachsprozent des Schaftes darstellt, wo vielmehr dieses Prozent meist am geringsten ist und von da nach aufwärts stetig zunimmt, da ferner dieses Verhalten des Flächenzuwachses von unten nach aufwärts

1) A. F. u. J.Z. 1867. S. 170.
2) „Zuwachs und Zuwachsprozent", A. F. u. J.Z. 1884. S. 265.

je nach Beastung und Freistellung des Stammes verschieden ist, und da endlich auch der Höhenzuwachs in der Regel nicht genau ermittelt, sondern meist nur schätzungsweise festgestellt werden kann. Es ist daher am stehenden Stamme nur eine annähernde Bestimmung des Zuwachsprozentes unter Beachtung des wahrscheinlichen Verhaltens in bezug auf Höhenzunahme und Formänderung möglich. Man kann nun dabei entweder nur vom Zuwachsprozent der Grundstärke (bezw. Grundfläche) ausgehen und das Zuwachsprozent der Masse in ein bestimmtes Verhältnis zu diesem stellen oder nebst dem Zuwachsprozent der Grundfläche auch den Zuwachs nach Höhe und Formzahl gesondert beurteilen und darnach das Massenzuwachsprozent bestimmen. (Summierung der Zuwachsprozente).

Preßler hat den ersteren Weg eingeschlagen und unterscheidet, je nachdem zur Zunahme der Grundfläche noch ein Höhenzuwachs und eine Zunahme der Vollholzigkeit (der Formzahl) in größerem oder geringerem Maße hinzukommen, 5 Abstufungen des Massenzuwachsprozentes bei einem bestimmten Zuwachsprozente der Grundstärke, wobei er das Verhältnis $M : m = D^2 : d^2$ als Minimum, das Verhältnis $M : m = D^{3\frac{1}{3}} : d^{3\frac{1}{3}}$ aber als Maximum der Massenzunahme im Verhältnisse zur Grundstärkenzunahme annimmt und zwischen diese noch die Potenzen $2\frac{1}{3}$, $2\frac{2}{3}$ und 3 für D und d einschaltet. Das Minimum würde nur dann eintreten, wenn gar kein Höhenzuwachs und keine Formänderung anzunehmen ist oder der Höhenzuwachs durch die Abnahme der Formzahl kompensiert wird (was bei tiefbeasteten oder freigestellten Stämmen der Fall sein kann); das Maximum dagegen wäre anzunehmen, wenn nebst vollem Höhenzuwachs auch die Vollholzigkeit noch zunimmt. Ist bei gleichbleibender Form der Höhenzuwachs proportional dem Zuwachs der Grundstärke, so ergibt sich das Verhältnis

$$M : m = \frac{\pi}{4} D^2 H : \frac{\pi}{4} d^2 h = D^3 : d^3,$$

also die Stufe IV nach Preßler, während die Stufen II und III zwischen diesen Grenzwerten liegen.

Zur Erleichterung dieser Zuwachsprozent-Einschätzung hat Preßler das Verhältnis des Durchmessers zur beiderseitigen Zuwachsbreite $\left(\frac{D}{2b}\right)$ als sogenannten „relativen Durchmesser“ (r) eingeführt und die den verschiedenen Werten von r nach obigen 5 Abstufungen des Verhältnisses zwischen Grundstärken- und Massenzuwachs entsprechenden Größen des Zuwachsprozentes in der Tafel 24 seines Hilfsbuches zusammengestellt.

Um nach diesen Tafeln das Zuwachsprozent eines stehenden Stammes zu bestimmen, hätte man also dessen Durchmesser (Grundstärke) ohne Rinde und den Grundstärkenzuwachs (letzteren mittelst des Zuwachsbohrers) und zwar möglichst oberhalb des Wurzelanlaufes, also in 1.5—1.8 m Höhe zu erheben, daraus r zu bestimmen und dann je nach dem Höhenwuchse, der höher oder tiefer angesetzten Beastung und dem mehr oder minder freien Stande des Stammes die Stufen zu wählen, für welche das Zuwachsprozent der Tafel zu entnehmen ist. Da die Tafel das Prozent für den ganzen Zeitraum von n Jahren angibt, so ist diese Prozentziffer noch durch n zu dividieren.

Um ohne Tafel annähernd das Zuwachsprozent aus dem Grundstärkenzuwachs zu bestimmen, ermittle man wie früher D und $d = D - 2b$, dann das Zuwachsprozent der Grundstärke aus $p_d = \frac{D - d}{D + d} \frac{200}{n}$ $\left(\text{oder für ein Jahr } p_d = \frac{100 \Delta d}{d}\right)$; dann ist das Grundflächen- und zugleich Minimum des Massen-Zuwachsprozentes, welches nur

bei tiefbeasteten älteren Stämmen oder bei freigestellten Stämmen mit sehr geringem Höhenzuwachs anzuwenden wäre, $p_m = 2p_d$; in den meisten Fällen ist $p_m = 2^1/_2 p_d$ bis $3p_d$, bei Stämmen von noch vollem Höhenzuwachs und im geschlossenen Bestande oder solchen in sehr engem Schlusse aber $p_m = 3^1/_2 p_d$ zu nehmen.

Für das einjährige Zuwachsprozent (des laufenden Jahres) folgt aus dem in § 46 sub d mitgeteilten Breymannschen Verfahren der Zuwachsermittelung, da nach diesem $z = m\left(\frac{2\Delta d}{d} + \frac{\Delta h}{h}\right)$ und das Zuwachsprozent für ein Jahr $p_m = \frac{z100}{m}$ ist, die einfache Formel

$$p_m = 100\left(\frac{2\Delta d}{d} + \frac{\Delta h}{h}\right),$$

worin d und h die jetzige Grundstärke und Höhe des Stammes, Δd und Δh den einjährigen Grundstärken- und Höhenzuwachs bedeuten. Für fehlenden Höhenzuwachs also $\Delta h = 0$, wird $p_m = \frac{200\Delta d}{d}$, also das Massenzuwachsprozent gleich dem Zuwachsprozent der Grundfläche oder dem doppelten Zuwachsprozent der Grundstärke. Auch bei der Anwendung dieser Formel für die Zuwachsprozentberechnung ist es angezeigt, die Meßhöhe des d und Δd möglichst außer dem Bereiche des Wurzelanlaufes, bei älteren Stämmen also höher als in der gewöhnlichen Meßhöhe von 1.3 m zu nehmen.

Eine andere sehr einfache und in der Praxis vielfach angewendete Formel für die Bemessung des Zuwachsprozentes stehender Bäume ist die von Professor Schneider in Eberswalde angegebene Formel

$$p = \frac{400}{n \cdot d},$$

in welcher d der jetzige Durchmesser ohne Rinde in Zentimeter, n aber die Anzahl der Jahrringe ist, welche nach dem letzten Zuwachse auf je einen Zentimeter gehen. Es ist also $\frac{1}{n}$ nichts anderes als die einjährige Zuwachsbreite auf einer Seite des Durchmessers, oder $\frac{2}{n}$ gleich dem einjährigen Durchmesserzuwachse, also auch gleich dem Δd der vorigen Formel Breymanns. Die Formel $p = \frac{400}{n \cdot d}$ gibt daher, ebenso wie die obige $p = \frac{200\Delta d}{d}$, nur das Zuwachsprozent der Grundfläche, welches nur bei frei erwachsenen oder später frei gestellten Stämmen zugleich als Massenzuwachsprozent angenommen werden kann, während das letztere nach unseren früheren Ausführungen in den meisten Fällen das $1^1/_4$ bis $1^1/_2$-fache, bei Stämmen in dichterem Schlusse und mit vollem Höhenzuwachs aber das $1^3/_4$fache des nach der Schneiderschen Formel berechneten Zuwachsprozentes beträgt. Es ist daher auch die obige Formel nachträglich dahin abgeändert worden, daß im Zähler derselben statt 400 unter Umständen auch 500 bis 600 gesetzt werden soll.

Schon die Breymannsche Formel liefert, da in derselben $100\,\frac{2\Delta d}{d} = 2p_d = p_g$ und $100\,\frac{\Delta h}{h} = p_h$ ist, den Beweis, daß das Massenzuwachsprozent gleich ist der Summe der Zuwachsprozente der einzelnen Massenfaktoren, also auch allgemein $p_m = p_g + p_h + p_f$ oder für den ein-

jährigen Zuwachs auch $p_m = 100\left(\frac{2\Delta d}{d} + \frac{\Delta h}{h} \pm \frac{\Delta f}{f}\right)$ gesetzt werden kann, welches Verfahren der Summierung der Zuwachsprozente vor den bloß auf Einschätzung verschiedener Abstufungen des Verhältnisses $p_m : p_g$ beruhenden (wie jene von Schneider und Preßler) entschieden den Vorzug verdienen dürfte. Die Formzahländerung kann in den meisten Fällen, besonders für den einjährigen Zuwachs, unberücksichtigt bleiben; wo jedoch die Bestandesverhältnisse entschieden eine Zunahme oder Abnahme der Formzahl voraussetzen lassen, wäre auch diese zu berücksichtigen, indem die innerhalb eines längeren Zeitraumes (z. B. in 10 Jahren) zu erwartende Aenderung der Formzahl beurteilt und daraus das Prozent $\pm p_f$ bestimmt wird. Im übrigen wäre bei Anwendung dieses Verfahrens das Grundflächenzuwachs-Prozent $p_g = 2p_d$, wie vor zu erheben, die Höhe des Stammes zu ermitteln und dessen Höhenzuwachs zu messen oder zu schätzen, um darnach auch das Prozent p_h nach der Näherungsformel $p_h = \frac{H-h}{H+h} \cdot \frac{200}{n}$ oder für ein Jahr $p_h = \frac{100\Delta h}{h}$ zu bestimmen.

Beispiel der Zuwachsprozent-Ermittelung. Es mögen hier für dieselbe 65jährige Lärche, welche im vorigen § als Beispiel der Zuwachsermittelung diente, auch die Zuwachsprozente berechnet werden.

a. nach dem Sektionsverfahren: Dasselbe ergab für den 65jährigen und den 60jährigen Stamm die Holzmassen (ohne Rinde) M = 0,8487 fm und m = 0,7127 fm;

$$\text{es ist also } p_m = 100\left(\sqrt[5]{\frac{0.8487}{0.7127}} - 1\right) = 3.55\%$$

$$\text{oder annähernd } p_m = \frac{0.8487 - 0.7127}{0.8487 + 0.7127} \cdot \frac{200}{5} = 3.48\%.$$

Die Kunzesche Näherungsformel würde das Zuwachsprozent mit

$$p_m = \frac{0.8487-0.7127}{0.8487 \times 4 + 0.7127 \times 6} \times 200 = 3.55\%,$$

also in diesem Falle ebenso wie die logarithmische Berechnung ergeben.

b. aus der zuwachsrechten Stammitte: An dieser Stelle wurde $D_m = 20.0$ cm, $d_m = 18.3$ cm erhoben; es ist daher das Stärkezuwachsprozent hier

$$p_d = 100\left(\sqrt[5]{\frac{20}{18.3}} - 1\right) = 1.79\% \text{ oder annähernd } p_d = \frac{20 - 18.3}{20 + 18.3} \cdot \frac{200}{5} = 1.78\%.$$

Das Flächen- und zugleich Massenzuwachs-Prozent

$$p_g = p_m = 100\left(\sqrt[5]{\frac{314.2}{263.0}} - 1\right) = 3.62\%, \text{ oder}$$

$$\text{annähernd aus } p_m = \frac{314.2 - 263.0}{314.2 + 263.0} \cdot \frac{200}{5} = 3.55\% \text{ oder}$$

$$\text{aus } p_m = 2p_d = \frac{20 - 18.3}{20 + 18.3} \cdot \frac{400}{5} = 3.55\%.$$

Für die Anwendung von Tafel 23 in Preßlers Forstlichem Hilfsbuch ist der „relative Durchmesser“ $r = \frac{20}{1.7} = 11.8$ und damit erhält man aus der genannten Tafel nach „rückwärts“ ein Zuwachsprozent von $\frac{17.6}{5} = 3.52\%$, nach „vorwärts“ ein solches von $\frac{16.2}{5} = 3.24\%$.

c. Die Grundstärke (bei 1.3 m vom Boden) wurde für jetzt mit 28.3 cm, der beiderseitige Stärkezuwachs der letzten 5 Jahre mit 1.6 cm, somit d = 26.7 cm erhoben; es ergibt sich daher ein Grundstärkenzuwachs-Prozent von $p_g = 100\left(\sqrt[5]{\frac{28.3}{26.7}}\, 1 -\right) = 1.17\%$, oder annähernd $p_d = \frac{28.3 - 26.7}{28.3 + 26.7} \cdot \frac{200}{5} = 1.16\%$ und ein Grundflächenzuwachs-Prozent von $p_g = 100\left(\sqrt[5]{\frac{629}{560}} - 1\right) = 2.35\%$, oder annähernd $p_g = 2p_d = 2.34\%$.

Das Massenzuwachs-Prozent wäre, da der Höhenzuwachs dem Grundstärkenzuwachs proportional, eine wesentliche Formzunahme bei der Lärche aber nicht anzunehmen ist, nach

unserer früheren Anleitung mit dem Dreifachen des Grundstärkenzuwachses, also $p_m = 3p_d = 3.5\%$ zu nehmen.

Für die eingrenzende Zuwachsschätzung nach Preßler ist der relative Durchmesser $r = \frac{28.3}{1.6} = 17.7$ und es gibt die Tafel 24 des Hilfsbuches für diesen Wert von r in der hier anzuwendenden Zuwachsklasse IV das Zuwachsprozent nach „rückwärts" mit 17.5 : 5 = 3.5%, und nach „vorwärts" mit 16.5 : 5 = 3.3% an.

d. Nach der Breymannschen Formel erhält man für das Zuwachsprozent des laufenden Jahres, da hier d = 28.3 cm, $\Delta d = 0.32$ cm, h = 29.3 m und $\Delta h = 0{,}3$ m ist,

$$p_m = 100\left(\frac{2 \times 0.32}{28.3} + \frac{0.3}{29.3}\right) = 3.28\%.$$

Das wirkliche Zuwachsprozent des laufenden Jahres beträgt, da der einjährige Zuwachs im Durchschnitte der letzten 5 Jahre $z = \frac{0.136}{5} = 0.0272$ fm³ ist, $\frac{0.0272 \times 100}{0.8487} = 3.2\%$.

e. Die Schneidersche Formel würde, da aus $\frac{\Delta d}{2} = 0.16$ cm folgt, daß 6 Jahrringe auf 1 cm gehen, also n = 6 ist, das Massenzuwachs-Prozent nur mit $p_m = \frac{400}{6 \times 28.3} = 2.35\%$, also gleich dem Flächenzuwachs-Prozente bemessen, und müßte hier, um annähernd das richtige Zuwachsprozent zu erhalten, statt 400 die Zahl 600 genommen werden.

f. Aus der Summierung der Zuwachsprozente würde man als Massenzuwachsprozent der letzten 5 Jahre, da $p_g = 2.35$ (wie oben), dann H = 29.3, h = 27.8, somit $p_h = \frac{1.5}{29.3 + 27.8} \cdot \frac{200}{5} = 1.05$, ferner $f_{65} = 0.460$, $f_{60} = 0.458$ und somit $pf = + 0.10$ ist, erhalten

$$p_m = 2.35 + 1.05 + 0.10 = 3.5\%.$$

§ 49. **Ermittelung des Zuwachsganges eines Stammes für dessen ganze Lebensdauer (Stammanalyse)**[1]. Die bereits früher erwähnte Eigenschaft unserer Holzgewächse, kenntliche Jahrringe zu bilden, d. h. die Massenablagerung des folgenden Jahres von jener des Vorjahres durch die verschiedene Struktur und Färbung des Frühjahrsholzes gegen das Herbstholz mehr oder weniger deutlich abzugrenzen, ermöglicht es uns auch an den ältesten Stämmen, solange dieselben noch nicht der Fäulnis anheimgefallen sind, deren Entwicklung nach einzelnen Zeitperioden oder auch von Jahr zu Jahr noch nachträglich genau festzustellen; es läßt sich die Geschichte dieses Entwicklungsganges an den einzelnen Stammquerschnitten genau verfolgen und es können in früherer Zeit eingetretene Zuwachsstörungen, sowie etwaige Perioden eines zu beengten Standraumes, einer darauf folgenden Freistellung oder Lichtung des Bestandes u. dgl. an denselben noch nach vielen Jahrzehnten nachgewiesen werden.

Ein durch die Stammachse gelegter Längsschnitt, wie die folgende Figur 49 (Seite 286) einen solchen darstellt, würde uns an dem Verlaufe der Jahrringe über die Entwicklung und Form des Stammes in allen Altersstufen Aufschluß geben, wenn wir dabei die Querschnitte als Kreisflächen betrachten dürfen; und es ist, wenn wir auch solche Längsschnitte nicht in Wirklichkeit ausführen, doch die graphische Darstellung eines solchen in der Tat am besten geeignet, uns den Entwicklungsgang eines Stammes nach Grundstärke, Höhe und Form vor Augen zu führen.

Man benützt hiezu, da die Ausführung von Längsschnitten an älteren Stämmen überhaupt nicht wohl tunlich wäre, *ein* solcher Schnitt uns auch nicht immer die mittleren Durchmesser, wie wir sie für die Massenberechnung benötigen, angeben würde, und da ferner auch die Jahrringe an Querschnitten viel deutlicher ersichtlich sind als an Längsschnitten, wieder das Sektionsverfahren, wie wir dasselbe bereits für die Ermittelung des Höhen- und des periodischen Massenzuwachses kennen gelernt haben, d. h. man entnimmt dem Stamme in nicht zu großer Entfernung eine Anzahl von Querschnitten, erhebt an diesen die Durchmesser oder Querflächen

1) Vergl. Lorey, Ueber Stammanalysen. Stuttgart 1880.

der früheren Altersstufen und ebenso deren Stammhöhen, welche Erhebungen dann sowohl für die graphische Darstellung des gedachten Längsschnittes als auch für die Berechnung der Holzmassen in den einzelnen Altersstufen dienen. Solche Untersuchungen von Stämmen auf deren Wachstumsgang nennt man Stammanalysen.

In den meisten Fällen wird es, selbst für ganz genaue Untersuchungen, genügen, wenn die Querschnitte in einer Entfernung von je 2 Metern genommen werden; bei raschwüchsigen und sehr langen Stämmen ist im unteren Stammteile selbst eine Entfernung der Querschnitte von 3—4 Meter zulässig; im oberen Stammteile müssen, da hier der Höhenzuwachs geringer und auch die Form zumeist weniger regelmäßig ist, die Sektionen wieder kürzer gebildet werden. Für die Massenberechnung ist es auch hier wieder zweckmäßig, die Querschnitte so zu legen, daß jeder derselben die Mitte einer Sektion bildet. Für die Bestimmung der früheren Grundstärken des Stammes bei 1.3 m Höhe und der auf diese Meßhöhe bezogenen Formzahlen muß jedenfalls ein Querschnitt bei 1.3 m Höhe vom Boden eingelegt werden; es wird also zweckmäßig sein, diesen Querschnitt gleich als Mittelfläche der untersten, von 0.3 bis 2.3 m Höhe reichenden Sektion zu betrachten und es wären dann die weiteren Querschnitte, wenn durchwegs Sektionen von 2 m gebildet werden sollen, bei den Höhen von 3.3, 5.3, 7.3 m usw. zu nehmen. Das zwischen der Abhiebshöhe und der Höhe von 0.3 m gelegene kleine Stück, dessen Länge meist nur 0.1 bis 0.2 m beträgt, kann mit geringem Fehler aus der untersten Querfläche (der Abschnittsfläche) bemessen werden. Da die Durchmesser oder Querflächen an Ort und Stelle und an den ganzen Stammabschnitten keineswegs immer bequem und mit der nötigen Sorgfalt gemessen werden könnten, so entnimmt man an den betreffenden Querschnittsstellen kleine Stammausschnitte (Scheiben) von etwa 2—3 cm Dicke und zwar meist so, daß die untere Seite dieser Abschnitte der eigentlichen Meßhöhe entspricht, also zur Messung dient, während die obere, dem Gipfel zugewendete Seite mit der Bezeichnung des Stammes und der Nummer des betreffenden Abschnittes versehen wird. Fällt dabei ein Querschnitt auf einen Asteingang oder sonst auf eine zur Messung ungeeignete Stelle, so verlegt man denselben an die nächstliegende regelmäßige Stelle und kann dann die Durchmesser der richtigen Meßstelle aus der Zeichnung des Längsschnittes entnehmen. Die unterste oder Stammgrundscheibe wird dabei schon des meist unregelmäßigen Abhiebes wegen etwas stärker gehalten und man wird an dieser dann selbstverständlich die obere Abschnittsfläche für die Berechnung des unter 0.3 Meter gelegenen Stammstückes benützen.

An diesen Abschnitten sind dann zunächst die Jahrringe jener Altersstufen, für welche der Zuwachs erhoben werden soll, entweder nur an einzelnen Durchmessern oder nach ihrem ganzen Verlaufe, am besten mit scharfen, unmittelbar an der Außengrenze der betreffenden Herbstholzringe gezogenen Bleistiftlinien zu bezeichnen. Bei älteren Stämmen werden meist 10jährige, an jüngeren etwa auch 5jährige Altersstufen genommen, also die Masse, Form etc. des 10-, 20-, 30jährigen Stammes etc. erhoben, womit nicht nur die Arbeit wesentlich vereinfacht wird, sondern auch die Schwankungen im Zuwachse der Einzeljahre bereits zu Durchschnittswerten ausgeglichen und damit auch die Gesetze des Entwicklungsganges besser zum Ausdruck gebracht werden.

Zu diesem Zwecke ist zuerst das Gesamtalter des Stammes an dem untersten Abschnitte mit Berücksichtigung der Stockhöhe möglichst genau zu bestimmen, dann sind an den einzelnen Abschnitten durch Abzählen der Jahrringe von außen gegen die Stammitte zu die Jahrringe der vollen Jahrzehnte oder Jahrfünfte zu

bestimmen. Ist z. B. das Gesamtalter mit 65 Jahren erhoben worden und soll der Zuwachs für je 10jährige Altersstufen ermittelt werden, so ist zuerst durch Abzählen der äußersten 5 Jahrringe an allen Querschnitten der Jahrring des 60sten, dann durch Abzählen von je 10 Jahrringen derjenige des 50sten, 40sten etc. Jahres festzustellen und zu bezeichnen. Dabei ist besonders auch jenen Jahrringen das Augenmerk zuzuwenden, welche als besonders schmale oder breite Ringe leicht kenntlich, oder auch durch feinere oder auffallend breite Herbstschichte u. dgl. gegenüber den anderen Jahrringen in allen Querschnitten übereinstimmend charakterisiert sind. Nur durch Berücksichtigung dieser charakteristischen Jahrringe [1]) ist es bei älteren Stämmen mit oft sehr schmalen oder wenig deutlichen Jahrringen möglich, sich zu vergewissern, daß in allen Querschnitten die zusammengehörigen Jahrringe gemessen wurden.

Auch schon bei der Bestimmung des Alters ist es, wenn einzelne Jahrringe am untersten Abschnitte undeutlich oder zweifelhaft sind, zweckmäßig, diese auch auf einem der obersten Querschnitte aufzusuchen, da solche in den unteren Stammpartien nahezu verschwindende Jahrringe oft nur in den oberen Querschnitten, wo sie beträchtlich breiter werden, sicher als solche erkennbar sind.

Auch die Gesamtzahl der Jahrringe ist für jeden Querschnitt zur nachträglichen Bestimmung des Höhenzuwachses (vergl. § 45) zu notieren.

Die Messung der Durchmesser oder der Querflächen für alle Altersstufen in den einzelnen Abschnitten hat nach den bereits in § 46 über die Ermittelung des Stärke- und Flächenzuwachses gegebenen Anleitungen zu erfolgen.

Bei Stämmen mit regelmäßigen und nahezu kreisförmigen Querschnitten, wie solche meist bei den Nadelhölzern, insbesondere bei der Fichte und Tanne, zu finden sind, wird man fast immer die Messung von Durchmessern und die Bestimmung der Kreisflächen nach diesen vorziehen, da diese Messung rascher und weniger umständlich auszuführen ist als die direkte Messung der Querflächen mittelst eines Planimeters; letztere wird jedoch für genaue Erhebungen bei weniger regelmäßig geformten Querflächen und insbesondere dann anzuwenden sein, wenn diese Form in den einzelnen Altersstufen mehrfach wechselt, wie dies bei den Laubhölzern nicht selten der Fall ist.

Im letzteren Falle müssen für die graphische Darstellung des Stammes umgekehrt die Kreisdurchmesser aus den gemessenen Querflächen abgeleitet werden. Für die Durchmessermessung genügt es, wenn die betreffenden Durchmesser (meist zwei auf einander senkrecht stehende, bei größeren Querschnitten und weniger regelmäßiger Form aber auch drei bis vier) an den einzelnen Abschnitten mit einem Nuthobel etwas ausgehobelt und geglättet werden; für die direkte Flächenmessung müssen die Abschnitte vollständig und möglichst glatt abgehobelt werden.

Zur graphischen Darstellung des Längsschnittes benützt man am besten Millimeterpapier, auf welches zuerst die Höhen, bezw. die Abstände der einzelnen Querschnitte nach einem bestimmten Maße und dann die an diesen gemessenen Durchmesser, und zwar je zur Hälfte beiderseits der Mittelachse des Stammes, aufgetragen werden. Die Durchmesser werden stets in einem größeren, etwa dem 10- bis 20fachen Maße gegenüber der Höhe aufzutragen sein, um die Zuwachsbreiten und die Stammform besser zum Ausdruck zu bringen.

Am leichtesten und schnellsten erfolgt diese Auftragung, wenn man die Höhen in $^1/_{100}$, die Durchmesser aber in $^1/_5$ der natürlichen Größe nimmt, in welchem Falle

1) Vergl. „Ueber charakteristische Jahresringe" von K. Böhmerle. Oe. M. f. F. 1882. S. 524.

je $^1/_{10}$ des Durchmessers beiderseits der Mittelachse als Halbmesser aufzutragen ist. Die zusammengehörigen Endpunkte der Durchmesser werden sodann beiderseits der Mittelachse zu den Stammkurven der einzelnen Altersstufen verbunden und die zwischen den Sektionsabschnitten gelegenen Gipfelhöhen derselben teils auf Grund der entsprechend ausgeglichenen Höhenkurven (vergl. Fig. 45 Seite 264), teils auch nach dem Verlaufe der Stammkurven selbst, bestimmt.

Für die Berechnung der Holzmassen aller Altersstufen werden die Querflächen der ganzen Sektionen für die einzelnen Altersstufen zusammengestellt, die Flächen der gleich langen Sektionen summiert und mit der Sektionslänge multipliziert. Zu dieser Masse der ganzen Sektionen sind dann noch die Kubikinhalte der nicht eine volle Sektion bildenden Gipfelstücke, nach den aus der Zeichnung zu entnehmenden Längen und Mittenstärken derselben, dann die Inhalte der unterhalb der Höhe von 0.3 m gelegenen Stammstücke hinzuzurechnen, für welche letzteren entweder der unterste Stammabschnitt zugrunde gelegt oder gleichfalls die Mittenstärke aus der Zeichnung entnommen werden kann.

Bei der Berechnung dieses untersten Stammstückes für frühere Alter ist zu berücksichtigen, daß dem schwächeren Stamme auch eine geringere Abhiebshöhe zukommt, welche letztere nach Vereinbarung der forstlichen Versuchsanstalten meist mit $^1/_3$ des jeweiligen Stockdurchmessers bemessen wird. Es wären also hiernach die Abhiebshöhen, bezw. die Längen der unter 0.3 m fallenden kleinen Stammsektionen für die früheren Altersstufen zu bestimmen.

Bei stärkeren Stämmen können die Gipfelstücke, welche die Mitte der betreffenden Sektion nicht erreichen, ihres sehr kleinen Inhaltes wegen auch ganz vernachlässigt, die über diese Mitte reichenden aber mit der dortigen Querfläche und vollen Sektionslänge berechnet werden.

Aus der Differenz der berechneten Massen ergeben sich sodann die Zuwachsgrößen für die einzelnen Altersstufen; ebenso können aus dem Verhältnis derselben zu dem jeweiligen Walzeninhalte die Formzahlen berechnet und kann endlich aus diesen Erhebungen der Wachstumsgang des betreffenden Stammes auch ziffermäßig dargestellt werden, wie dies im nachfolgenden Beispiele ausgeführt ist.

Als Beispiel einer Stammanalyse wählen wir eine 45jährige Fichte aus einem im Jahre 1843 begründeten Pflanzbestande, welche wir auf ihren Wachstumsgang in 5jährigen Altersperioden untersuchen wollen. Der bei 0.1 Meter Höhe geführte Stockabschnitt zeigte 43 Jahrringe und ergibt sich daher mit Zuschlag von 2 Jahren für diese Abhiebshöhe übereinstimmend mit den Aufschreibungen über die Begründung des Bestandes ein Alter von 45 Jahren. Weitere Abschnitte wurden nun nach der im vorigen gegebenen Anleitung bei den Höhen von 1.3, 3.3, 5.3 usw. bis 19.3 Meter entnommen [1]); die Gesamtlänge des Stammes vom Abhieb bis zum Gipfelende betrug 21,4 Meter.

An allen diesen Abschnitten wurden nun die früheren Jahrringe von 5 zu 5 Jahren, und zwar an den Abschnitten von 0.1 und 1.3 M. an je drei Durchmessern, an allen übrigen an je zwei aufeinander senkrechten Durchmessern bezeichnet; die Messung dieser Durchmesser mit dem im § 45 beschriebenen Stangenzirkel und die Abzählung der Jahrringe an allen Querschnitten ergab folgende Zahlen (siehe oben Tabelle S. 285).

Werden diese Durchmesser in den entsprechenden Höhen aufgetragen, so ergibt sich der Längsschnitt des Stammes (s. Fig. 49, S. 286), welcher dessen Entwicklung, und zwar für die vollen Jahrzehnte in stärkeren, für die zwischenliegenden Jahrfünfte in schwächeren Linien der Stammkurven darstellt. Der Maßstab ist in der auf halbe Größe des Originals reduzierten Figur 49 für die Höhen 1 : 200, für die Durchmesser 1 : 10. Die Höhen sind nach der aus der obigen Anzahl der Jahrringe auf den einzelnen Querschnitten sich ergebenden Kurve des Höhenwachstumsganges (vergl. § 45) festgestellt.

Für die Berechnung der jeweiligen Holzmasse des Stammes (ohne Rinde) in allen Alters-

---

1) In Wirklichkeit wurden für diese Untersuchung die Stammscheiben nach je 1 Meter Entfernung, von der Höhe von 1.3 m ab, genommen, von welchen Abschnitten wir aber hier zur Vereinfachung des Beispieles nur die eben bezeichneten benützen wollen.

Des Abschnittes		Anzahl der Jahrringe	Mittlerer Durchmesser in cm im Alter:									
Nr.	Höhe		5	10	15	20	25	30	35	40	45	inkl Rinde
1	0.1	43	1.29	3.42	9.40	14.78	19.12	21.83	24.87	28.36	31.28	32.70
2	1.3	37		1.00	6.48	11.42	15.03	17.39	19.51	21.88	23.87	24.90
3	3.3	33			3.82	9.41	13.72	16.35	18.70	21.08	22.93	23.95
4	5.3	30				5.26	10.67	14.20	16.99	19.45	21.44	22.35
5	7.3	26				0.90	6.40	10.94	14.58	17.59	20.03	20.95
6	9.3	23					3.53	8.47	12.84	16.31	18.67	19.65
7	11.3	19						4.66	9.94	14.24	16.96	17.80
8	13.3	16						1.49	6.59	11.50	14.92	15.80
9	15.3	12							2.57	7.88	11.87	12.65
10	17.3	9								4.78	9.25	9.80
11	19.3	6								1.00	4.77	5.35

stufen sowie des jetzigen Stammes samt Rinde ergeben sich aus den obigen Durchmessern folgende Kreisflächen für die Mitte der jeweiligen vollen Sektionen zu 2 m Länge:

Höhe des Abschnittes	Kreisfläche in cm² in Alter:									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	inkl. Rinde
1.3	—	—	33	102	177	238	299	376	448	487
3.3			11	70	148	210	275	349	413	451
5.3				22	89	158	227	297	361	392
7.3					32	94	167	243	315	345
9.3					10	56	129	209	274	303
11.3						17	78	159	226	249
13.3							34	104	175	196
15.3							5	49	111	126
17.3								18	67	75
19.3									18	22
Summe	—	—	44	194	465	773	1214	1804	2408	2646
daher Masse der ganzen Sektionen à 2 m in $^1/_{10000}$ Festmeter:	—	—	88	388	912	1546	2428	3608	4816	5292
Masse der Sektion vom Abhieb bis 0.3 m	—	—	14	34	58	70	90	120	146	160
Inhalt der Gipfelstücke:	0.7	8	—	9	—	7	—	4	3	4
Gesamtmasse:	0.7	8	102	431	970	1623	2518	3732	4965	5456

Der 5- und 10jährige Stamm wurden nach der Zeichnung als Kegel berechnet und zwar in ihrer ganzen Masse vom Boden an; vom 15. Jahre ab wurde die gleiche Abhiebshöhe von 0.1 m beibehalten, daher die unterste Sektion mit einer Höhe von 0.2 m und zwar bis zum 30. Jahre auf Grund des bei 0.1 m gemessenen Durchmessers, vom 30. Jahre an aber nach dem der Zeichnung entnommenen Durchmesser in der Mitte dieser kleinen Sektion berechnet.

Aus diesen Messungen und Zahlen ergibt sich nun nachstehender

Wachstumsgang des Stammes:

Alter	d	Δd	h	Δh	m	Δm	Formzahl		Massen-zuwachs-Prozent
	cm		m		fm		für 1.3 m	absolute	
5	—	—	0.7		0.0001		—	—	
10	1.0		2.0	1.3	0.0008	0.0007	—	0.333	
15	6.5	5.5	4.8	2.8	0.0102	0.0094	0.644	0.410	
20	11.4	4.9	7.8	3.0	0.0431	0.0329	0.542	0.426	33.4
25	15.0	3.6	10.9	3.1	0.0970	0.0539	0.503	0.424	17.6
30	17.4	2.4	13.9	3.0	0.1623	0.0653	0.490	0.433	10.8
35	19.5	2.1	16.7	2.8	0.2518	0.0895	0.505	0.458	9.2
40	21.9	2.4	19.3	2.6	0.3732	0.1214	0.514	0.474	8.2
45	23.9	2.0	21.4	2.1	0.4965	0.1233	0.518	0.482	5.7
inkl. Rinde	24.9		21.4		0.5456		0.524	0.488	

Die Rinde beträgt daher 0.0491 fm oder 9 Prozent der Gesamtmasse.

Es bedeutet hier d den Durchmesser bei 1.3 m, h die Scheitelhöhe vom Abhiebe an, m die Holzmasse des Schaftes ohne Rinde, Δd, Δh, Δm die periodischen Zuwachsgrößen der Grundstärke, Höhe und Holzmassen. Die absolute Formzahl bezieht sich nur auf den Inhalt des oberhalb der Meßhöhe (1.3 m) gegebenen Stammteiles im Vergleiche zur Walze von gleicher Grundfläche und Höhe. Die Massenzuwachs-Prozente sind nach der Formel $1.0p = \sqrt[n]{\frac{M}{m}}$ berechnet.

Fig. 49.

Fig. 49a.

B. Zuwachsberechnung für ganze Bestände.

§ 50. Methoden der Zuwachsbestimmung im Bestande. Die Aufgaben, welche hinsichtlich der Zuwachsbestimmung ganzer Bestände sich ergeben, sind je nach dem Zwecke, welchem diese Bestimmung dienen soll, sehr mannigfaltige; in dem einen Falle ist es der laufende oder der periodische Zuwachs eines kürzeren Zeitraumes, oder auch das Zuwachsprozent eines solchen, welches erhoben werden soll, in anderen Fällen ist der Zuwachs der Bestände für längere Zeiträume vorauszubestimmen, oder es ist der Durchschnittszuwachs zunächst für das Haubarkeitsalter festzustellen; endlich könnte auch hier die Aufgabe gestellt werden, den Zuwachsgang eines Bestandes durch seine ganze Lebensdauer zu verfolgen. Abgesehen von dieser letzteren Aufgabe handelt es sich bei Zuwachsbestimmungen im Bestande fast immer um die Vorausbestimmung des Zu-

wachses für einen kürzeren oder längeren Zeitraum; auch das Zuwachsprozent wird zumeist entweder für das laufende Jahr oder für eine nächstfolgende kurze Zeitperiode ermittelt, und werden wir daher auch die Zuwachsbestimmung nach vorwärts hier vorzugsweise berücksichtigen.

Es ist naheliegend, daß nur der Zuwachs für kurze Zeiträume durch Erhebungen am Bestande selbst bestimmt werden, die Beurteilung des wahrscheinlichen Zuwachses für längere Zeiträume aber nur nach Anhalt unserer Erfahrungen, bezw. spezieller Untersuchungen über den Wachstumsgang der Bestände erfolgen kann, und auch die erstere Aufgabe wird durch die Benützung solcher Erfahrungs- oder Untersuchungs-Ergebnisse wesentlich vereinfacht und erleichtert werden. Man war daher auch schon seit Beginn der Entwicklung unserer forstlichen Taxationslehre bestrebt, den Wachstumsgang und Ertrag unserer wichtigsten Holzarten nach verschiedenen Standortskategorien in sog. Ertragstafeln zum Ausdruck zu bringen, welche Tafeln, seither vielfach erweitert und verbessert, für die Zwecke der Zuwachsbestimmung im Bestande einen sehr wertvollen, ja bei manchen diesbezüglichen Aufgaben geradezu unentbehrlichen Behelf bieten. Die Aufstellung und Einrichtung solcher Tafeln soll im folgenden Abschnitte behandelt werden.

1. Bestimmung des laufenden oder periodischen Zuwachses und des Zuwachsprozentes im Bestande.

a. Durch spezielle Ermittelung am Bestande selbst. Ist eine genaue Zuwachsberechnung schon für den Einzelstamm, wie wir gesehen haben, nur durch das ziemlich umständliche Sektionsverfahren ausführbar, so wäre die vollkommen genaue Ermittelung des ein- oder mehrjährigen Zuwachses für einen ganzen Bestand eine kaum zu lösende Aufgabe, weil einerseits keine Stammklasse für den Zuwachs des ganzen Bestandes und auch kein Einzelstamm für den Zuwachs seiner Klasse als sicher maßgebend bezeichnet werden kann, und weil anderseits neben dem Zuwachse der verbleibenden Stämme im Bestande stets auch ein Zuwachsabgang, oder richtiger ein Verlust an Holzmasse durch das Ausscheiden einzelner Stämme des Zwischenbestandes sich ergibt.

Speziell repräsentieren die Bestandes-Mittelstämme wohl die mittlere Stammmasse, nicht aber den mittleren Stammzuwachs des Bestandes, weil die jetzigen Mittelstämme zumeist aus früher dominierenden Stämmen hervorgegangen sind und voraussichtlich weiterhin infolge des Ausscheidens der jeweilig geringsten Stammklasse aus der Mittelklasse in die geringeren Stammklassen zurücktreten werden. Auch die einzelnen Stämme derselben Stammklasse verhalten sich bezüglich ihres Zuwachses oder Zuwachsprozentes zumeist verschieden, weil selbst Stämme von gleicher Stärke oder Masse keineswegs immer den gleichen Zuwachsgang besitzen, vielmehr, wenn nicht sehr gleichartige Entwickelungsbedingungen, wie z. B. in jüngeren Kulturbeständen, gegeben sind, jeder Stamm individuell mehr oder weniger von dem Zuwachsgange der übrigen Stämme abweicht.

Strenge genommen müßte daher für eine genaue Zuwachsbestimmung im Bestande der Zuwachs jedes einzelnen Stammes ermittelt werden; jedenfalls aber wird man für eine wenigstens möglichst annähernde Zuwachsbestimmung sich nicht mit der Ermittelung desselben an wenigen Stämmen begnügen dürfen, sondern diese Ermittelung auf je mehrere Stämme der verschiedenen Stammklassen auszudehnen haben. Am zweckmäßigsten erfolgt diese Zuwachsbestimmung mit Hilfe der an den Einzelstämmen ermittelten Zuwachsprozente und es fällt daher die Aufgabe der Bestimmung des laufenden oder periodischen Zuwachses mit jener der Berechnung des Zuwachsprozentes ganzer Bestände zusammen.

Wird mit der Zuwachsbestimmung zugleich auch die Massenermittelung des Bestandes vorgenommen, so wird man die zu letzterem Zwecke gewählten Modellstämme auch für die erstere benützen und die Zuwachsprozente an diesen in der zuwachsrechten Mitte erheben, eventuell, bei geringer Zahl der Modellstämme, diese noch durch einige Erhebungen an stehenden Stämmen ergänzen; im anderen Falle können auch die Zuwachsprozente durchwegs an stehenden Stämmen erhoben werden.

Hätte man in einem Bestande für mehrere Stärkeklassen deren Holzmasse mit $M_1, M_2, M_3 \ldots$ und das durchschnittliche Zuwachsprozent dieser an je mehreren Stämmen mit $p_1, p_2, p_3 \ldots$ erhoben, so ist der Zuwachs der einzelnen Klassen für ein Jahr $z_1 = \frac{M_1\, p_1}{100}$, $z_2 = \frac{M_2\, p_2}{100}$, $z_3 = \frac{M_3\, p_3}{100} \ldots$ und der Gesamtzuwachs des Bestandes $Z = z_1 + z_2 + z_3 + \ldots = \frac{M_1\, p_1}{100} + \frac{M_2\, p_2}{100} + \frac{M_3\, p_3}{100} + \ldots$; das durchschnittliche Zuwachsprozent des Bestandes ergibt sich hieraus mit

$$p = \frac{Z\, 100}{M} = \frac{M_1\, p_1 + M_2\, p_2 + M_3\, p_3 + \ldots}{M_1 + M_2 + M_3 + \ldots}.$$

Für wenige Jahre kann die Größe dieses einjährigen Zuwachses Z auch einfach mit der Anzahl der Jahre multipliziert werden; genauer, und für nicht mehr ganz kurze Zeiträume wäre der Zuwachs nach folgendem Verfahren zu berechnen: Soll der Zuwachs für die letzt abgelaufenen n Jahre berechnet werden und sind demgemäß auch die Zuwachsprozente $p_1, p_2, p_3 \ldots$ für diesen Zeitraum erhoben worden, so erhält man die Massen der einzelnen Stärkeklassen vor n Jahren $m_1, m_2, m_3 \ldots$ nach der Preßlerschen Näherungsformel aus

$$m_1 = M_1 \frac{200 - np_1}{200 + np_1},\; m_2 = M_2 \frac{200 - np_2}{200 + np_2},\; m_3 = M_3 \frac{200 - np_3}{200 + np_3} \ldots;$$

somit den Zuwachs der n Jahre

$$Z_n = M_1 + M_2 + M_3 + \ldots - (m_1 + m_2 + m_3 + \ldots)$$

und das Zuwachsprozent des Bestandes, wenn wir die Gesamtmasse des jetzigen Bestandes mit M, jene des früheren mit m bezeichnen,

$$p = 100\left(\sqrt[n]{\frac{M}{m}} - 1\right) \text{ oder annähernd } p = \frac{M - m}{M + m} \cdot \frac{200}{n}.$$

Soll aber der Zuwachs oder das Zuwachsprozent der nächsten n Jahre nach vorwärts bestimmt werden, so sind die Zuwachsprozente der betreffenden Modellstämme nach deren wahrscheinlichem Stärke- und Höhenzuwachs für die nächsten n Jahre zu berechnen, und man erhält die Masse der einzelnen Stärkeklassen nach n Jahren aus

$$M_1' = M_1 \frac{200 + np_1}{200 - np_1},\; M_2' = M_2 \frac{200 + np_2}{200 - np_2},\; M_3' = M_3 \frac{200 + np_3}{200 - np_3} \ldots,$$

den Massenzuwachs für jene n Jahre aus

$$Z_n = M_1' + M_2' + M_3' + \ldots - (M_1 + M_2 + M_3 + \ldots) = M' - M$$

und das Zuwachsprozent für diesen Zeitraum aus

$$p = 100\left(\sqrt[n]{\frac{M'}{M}} - 1\right) \text{ oder } p = \frac{M' - M}{M' + M} \cdot \frac{200}{n}.$$

Wie schon aus diesen Ausdrücken hervorgeht, kann das einfache arithmetische Mittel der an den Modellstämmen erhobenen Zuwachsprozente keineswegs ohne weiteres als das durchschnittliche Zuwachsprozent des Bestandes genommen werden;

für das laufende Zuwachsprozent würde dies dann zulässig sein, wenn $M_1 = M_2 = M_3$ ... ist, d. h. wenn die Stammklassen, für welche die Zuwachsprozente erhoben wurden, gleiche Massen repräsentieren, welcher Forderung auch hier wieder die Verteilung der zu untersuchenden Modellstämme im Sinne des R. Hartigschen Verfahrens am nächsten kommt. Man wird übrigens auch sonst mit dem arithmetischen Mittel dem wirklichen durchschnittlichen Zuwachsprozente ziemlich nahe kommen, wenn die Erhebung an einer größeren Zahl von Stämmen erfolgt und dabei hauptsächlich die herrschenden Stammklassen berücksichtigt werden.

Auch im Bestande kann übrigens von der Summierung der Zuwachsprozente der einzelnen Massenfaktoren mit Vorteil Gebrauch gemacht werden, und dürfte dies insbesondere der gangbarste Weg sein, um das laufende Zuwachsprozent des Bestandes zu ermitteln. Der wichtigste und nicht ohne weiteres feststellbare Faktor ist hier das Zuwachsprozent der Gesamt-Stammgrundfläche, welches am einfachsten in der folgenden Weise erhoben werden kann: Werden an einer Anzahl von Stämmen verschiedener Stärkestufen die Grundstärken d_1, d_2 .... und die beiderseitigen Jahrringbreiten Δd_1, Δd_2 .... (letztere als Durchschnitt von je 5 oder 10 Jahren) erhoben, so ist der Grundflächenzuwachs dieser Stämme nach der Breymannschen Formel

$$Zg = \frac{\pi}{4} d_1^2 \frac{2\Delta d_1}{d_1} + \frac{\pi}{4} d_2^2 \frac{2\Delta d_2}{d_2} + \dots$$

und das Zuwachsprozent

$$p_g = \frac{z_g 100}{g} = \frac{100 \frac{\pi}{4} (2d_1\Delta d_1 + 2d_2\Delta d_2 + \dots)}{\frac{\pi}{4} (d_1^2 + d_2^2 + \dots)} = \frac{200(d_1\Delta d_1 + d_2\Delta d_2 + \dots)}{d_1^2 + d_2^2 + \dots}$$

oder $p_g = 200 \frac{\Sigma d\Delta d}{\Sigma d^2}$, worin Σ die Summe der Produkte, bezw. Quadrate aller erhobener Durchmesser und Zuwachsbreiten bedeutet. Damit diese Formel auch für den ganzen Bestand gelte, müssen die betreffenden Stämme den Stammzahlen der einzelnen Stärkestufen im Bestande proportional (also nach dem Prinzip des Draudtschen Verfahrens) vertreten sein, weil dann die obigen Ausdrücke im Zähler und Nenner mit derselben Stammzahl n zu multiplizieren sein würden.

Um also das Grundflächenzuwachs-Prozent eines Bestandes zu ermitteln, hat man an einer Anzahl von Stämmen verschiedener Stärkestufen unter Berücksichtigung der diesen im Bestande zukommenden Stammzahlen die Grundstärken und Zuwachsbreiten zu erheben, und daraus das p_g nach obiger Formel, am übersichtlichsten in der aus dem folgenden Beispiel ersichtlichen Form zu berechnen.

Für die Ermittlung des Höhen- und Formzuwachs-Prozentes gilt dasselbe wie für den Einzelstamm (vergl. § 48).

Beispiel der Zuwachsermittelung im Bestande.

Stammzahl	d	Δd	dΔd	d²
1	24.1	0.10	2.41	581
2	29.0	0.12	3.48	481
3	30.5	0.16	4.88	930
4	34.5	0.18	6.21	1190
5	39.1	0.20	7.82	1529
6	49.5	0.30	14.85	2450
		Σ =	39.45	7521

In einem 130 jährigen Buchenbestande wurden an 6 Stämmen (deren Zahl wurde hier für das Beispiel wesentlich vermindert) folgende Durchmesser und einjährige Zuwachsbreiten gemessen:

Das Zuwachsprozent der Grundfläche ist demnach $p_g = 200 \frac{39.65}{7521} = 1.05\,\%$. Die mittlere Bestandeshöhe ist mit 32.0 m, der durchschnittliche Höhenzuwachs mit 0.125 m gemessen; es ist sonach $p_h = \frac{0.125}{32} 100 = 0.4\,\%$. Eine Formzahländerung ist nicht anzunehmen, daher $p_f = 0$, und somit $p_m = p_g + p_h = 1.05 + 0.4 = 1.45\,\%$.

b. Nach erfahrungsmäßigen Zuwachsprozenten. Handelt es sich darum, den Zuwachs von Beständen nur annähernd und zwar für einen kürzeren Zeitraum zu bestimmen, so kann dies auch nach Prozentsätzen, welche uns die Erfahrung über den Zuwachs ähnlicher Bestände an die Hand gibt, erfolgen. Es ist dabei zu beachten:

1. Daß die Zuwachsprozente mit dem Alter der Bestände abnehmen und demnach stets nur für ein bestimmtes Alter oder eine kürzere Zeitperiode Geltung haben, daher auch die Zuwachsbestimmung nach Prozenten nur für kürzere Zeiträume von etwa 10 bis höchstens 20 Jahren und zwar nach dem für die Mitte dieser Zeit geltenden Prozente erfolgen soll;

2. daß die Zuwachsprozente um so rascher abnehmen, je schneller sich die Stämme an Stärke und Masse entwickeln, daher Bestände von geringerer Bonität und langsamerer Entwickelung bei gleichem Alter in der Regel größere Zuwachsprozente haben als die Bestände in den besten Standorten;

3. daß dem lichteren Bestande unter sonst gleichen Verhältnissen ein höheres Zuwachsprozent zukommt als dem dichter bestockten; die für geschlossene Bestände erhobenen oder aus Normal-Ertragstafeln entnommenen Zuwachsprozente sind demnach bei der Anwendung auf lichtere Bestände entsprechend zu erhöhen.

Die Bemessung des Zuwachses nach erfahrungsmäßigen Zuwachsprozenten findet insbesondere in jenen Fällen Anwendung, in welchen die Zuwachsgröße nicht direkt den Ertragstafeln entnommen werden kann, für den Zuwachs in Lichtschlägen oder an Ueberhaltsstämmen, für das Oberholz im Mittelwalde u. dgl. Eigene Zuwachsprozenttafeln, welche diese Prozente für die einzelnen Altersstufen angeben, wurden von Cotta, G. L. Hartig, Burckhardt, Grebe usw. aufgestellt.

c. Nach Ertragstafeln. Da die Ertragstafeln den Wachstumsgang der Bestände darstellen, so kann aus denselben der Zuwachs eines Bestandes nicht nur für kurze, sondern auch für längere Zeiträume entnommen werden, vorausgesetzt, daß die Wachstumsverhältnisse des Bestandes mit den in der Tafel zugrunde gelegten Verhältnissen wenigstens annähernd übereinstimmen. Dies wird bei Lokalertragstafeln eher zu erwarten sein als bei allgemeinen, und es sind daher für die Zuwachsbestimmung solche Tafeln, welche für die Wachstums- und Wirtschaftsverhältnisse eines bestimmten Gebietes aufgestellt sind, jenen vorzuziehen, welche den Zuwachsgang der Bestände ganz allgemein, also nach großen Durchschnitten, zum Ausdruck bringen. Selbst gegenüber lokalen Ertragstafeln werden die einzelnen Bestände in ihrem wirklichen Zuwachse vielfach von dem dort dargestellten normalen Zuwachsgange sich verschieden verhalten, und es eignet sich diese sehr einfache und bequeme Art der Zuwachsbestimmung daher auch besser für die Bestimmung des Gesamtzuwachses mehrerer Bestände (z. B. aller haubaren Bestände einer Betriebsklasse), in welchem Falle die Gesamtziffer des Zuwachses ziemlich richtig erhalten werden wird, während beim Einzelbestande bedeutende Differenzen sich ergeben können.

Um nach einer Ertragstafel den Zuwachs irgend einer vorliegenden Zeitperiode für einen Bestand zu bestimmen, muß 1. dessen Standortsklasse bestimmt, 2. das Verhältnis seiner Bestockung (Bestandesdichte) zu der in der Tafel angenommenen Normalbestockung festgestellt werden und 3. das gegenwärtige Alter des Bestandes bekannt sein.

ad 1. Für die Einreihung des Bestandes in eine der Standortsklassen der Ertragstafel dient bei älteren Beständen, wenn deren Holzmasse erhoben wurde, diese, sonst aber hauptsächlich die Bestandeshöhe als Anhalt; bei jüngeren Beständen

wird die Beurteilung der Standortsverhältnisse und die Vergleichung derselben mit jenen benachbarter älterer Bestände, deren Standortsgüte bereits gegeben ist, zu Hilfe genommen werden müssen. Fällt der betreffende Bestand nach seiner Masse oder Höhe in die Mitte zwischen zwei Standortsklassen der Tafel, so ist auch der Zuwachs nach dem Mittel desjenigen der beiden betreffenden Standortsklassen zu nehmen.

ad 2. Bei nicht vollbestockten Beständen wird meist der Zuwachs gegenüber dem Ansatze der Ertragstafel in demselben Verhältnisse reduziert, als die Holzmasse gegen die normale geringer ist; es ist dies jedoch nicht ganz richtig, da dem lichteren Bestande, sofern nicht der Zuwachs sonst nachteilig beeinflußt wird, ein höheres Zuwachsprozent zukommt als dem dichtbestockten, daher auch der Zuwachs eines Bestandes, dessen Bestockung der Masse nach z. B. 0.75 der normalen beträgt, immerhin mit 0.8 bis 0.85 des normalen genommen werden kann.

d. Nach dem Alters-Durchschnittszuwachse. Für alle Bestände, welche nahe dem sog. forstlichen Haubarkeitsalter, d. i. dem Alter ihres größten durchschnittlichen Zuwachses stehen, kann, da in diesem Alter der laufende Zuwachs dem durchschnittlichen gleich ist, zur Bemessung des ersteren für kurze Zeit (etwa bis zu 10 Jahren) der jetzige Alters-Durchschnittszuwachs $\frac{M_a}{a}$ als jährlicher Zuwachs genommen werden. Es ist dies ein sehr einfaches und für die Praxis meist ausreichend genaues Verfahren für die Zuwachsaufrechnung bei solchen älteren Beständen.

2. Bestimmung des Haubarkeits-Durchschnittszuwachses für ganze Bestände.

Bei allen Beständen, welche dem Haubarkeitsalter nahe stehen, kann wieder der jetzige Alters-Durchschnittszuwachs $\frac{M_a}{a}$ auch als Haubarkeits-Durchschnittszuwachs genommen werden, da der Durchschnittszuwachs sich überhaupt in geringerem Maße ändert als der laufende, bei seiner Kulmination durch längere Zeit nahezu gleich bleibt und auch nach diesem Zeitpunkte nur langsam abnimmt. Nur bei überalten Beständen mit bereits sehr geringem Zuwachse müßte, wenn solche noch längere Zeit stehen bleiben sollten, die Abnahme des Durchschnittszuwachses berücksichtigt werden.

Für jüngere oder noch ganz junge Bestände wird der Haubarkeits-Durchschnittszuwachs am besten nach Ertragstafeln, durch Einschätzung der Standortsklasse und Beurteilung der voraussichtlichen Bestockung bis zur Zeit der Hiebsreife, bestimmt. In letzter Beziehung ist zu beachten, daß lichtere und selbst lückige Jungbestände zwar weniger Zwischennutzungserträge geben, aber im Hauptbestande bis zum Hiebsalter ganz oder nahezu normale Bestockung erreichen können, und daß umgekehrt ganz vollkommene jüngere Bestände diese Vollkommenheit nicht immer bis zu ihrer Hiebsreife erhalten.

Sollten geeignete Ertragstafeln fehlen, so kann der Haubarkeits-Durchschnittszuwachs der Jungbestände auch nach jenem der nächststehenden älteren Bestände beurteilt werden.

3. Ermittelung des Zuwachsganges eines Bestandes für die ganze Lebensdauer.

Durch die Ausführung der Stammanalyse an mehreren Mittelstämmen oder besser an den Modellstämmen der verschiedenen Stammklassen eines älteren Bestandes kann man den Entwickelungsgang des jetzigen Hauptbestandes genau kennen

lernen; damit sind jedoch für frühere Altersstufen nur die Holzmassen, Höhen etc. der jeweils stärksten Stammklasse, aus welcher der jetzige Bestand zumeist hervorgegangen ist, nicht aber die Massen, Höhen usw. des ganzen jeweiligen Hauptbestandes gegeben, da uns die Stammzahlen, die Dimensionen der inzwischen ausgeschiedenen Stammklassen und damit auch die Stärke und Höhe des jeweiligen Mittelstammes für die früheren Altersstufen unbekannt bleiben.

Durch die Stammanalyse kann also nur der Zuwachsgang der Einzelstämme sowie jener des schließlichen Haubarkeitsbestandes, nicht aber der Entwickelungsgang des ganzen Bestandes nach Stammzahl, Stammgrundfläche, Holzmasse usw. bestimmt werden. Diese letztere Aufgabe kann, wenn die individuelle Entwickelung eines bestimmten Bestandes erhoben werden soll, nur durch fortgesetzte Beobachtung, bezw. zeitweilige wiederholte Aufnahme desselben während seiner ganzen Lebensdauer, für die durchschnittliche Entwickelung von Beständen einer bestimmten Kategorie aber auch durch gleichzeitige Aufnahme mehrerer solcher Bestände verschiedenen Alters gelöst werden, welche letztere Aufgabe übrigens mit der im folgenden Abschnitte zu behandelnden Aufstellung von Ertragstafeln zusammenfällt.

§ 51. Anwendung der einzelnen Methoden je nach dem Zwecke der Zuwachsermittelung.

Die Zuwachsbestimmung für ganze Bestände erfolgt in den meisten Fällen für Zwecke der Forsteinrichtung, und zwar hat dieselbe hier entweder als Grundlage der Ertragsberechnung oder zur Ermittelung der Abtriebserträge der Bestände, oder endlich zur Beurteilung der Hiebsreife derselben zu dienen.

a. Der Ertragsberechnung nach einer der bekannten Formel- oder Normalvorratsmethoden wird meistens der Haubarkeits-Durchschnittszuwachs aller Bestände, seltener deren gegenwärtiger (laufender) oder der periodische Zuwachs für einen bestimmten Zeitraum zugrunde gelegt. In beiden Fällen handelt es sich nicht um möglichst genaue Bestimmung des Zuwachses für jeden einzelnen Bestand, sondern um die Größe des Gesamtzuwachses aller Bestände einer Betriebsklasse, und es ist daher vollkommen berechtigt, hier die Zuwachsansätze, soweit sich dieselben nicht von selbst aus der vorhandenen Holzmasse ergeben, nach dem in der Ertragstafel niedergelegten durchschnittlichen Zuwachsgange der Bestände zu nehmen. Nur den Haubarkeits-Durchschnittszuwachs der dem Nutzungsalter nahestehenden Bestände wird man selbstverständlich direkt nach deren gegenwärtigem Alters-Durchschnittszuwachse $\frac{M_a}{a}$ beziffern; für alle jungen Bestände wird derselbe, wie auch der laufende oder periodische Zuwachs aller Bestände für diesen Fall, mit Berücksichtigung ihres Standortes und Bestockungsgrades zumeist den Ertragstafeln entnommen.

b. Für die Bestimmung der Abtriebserträge haubarer oder überhaupt jener Bestände, welche in den nächsten 10—20 Jahren zur Nutzung bestimmt sind, ist der Zuwachs der nächsten 5—10 oder auch 15 Jahre zu der jetzigen Holzmasse hinzuzurechnen. Die Berechnung dieses Zuwachses kann nun entweder nach speziell in den einzelnen Beständen erhobenen Zuwachsprozenten oder auch nach erfahrungsmäßigen solchen Prozenten, für Bestände, welche dem Alter des größten Durchschnittszuwachses nahestehen, auch mit Aufrechnung ihres jetzigen Alters-Durchschnittszuwachses, oder endlich auch für alle Bestände nach den Zuwachsansätzen einer Ertragstafel erfolgen.

Da auch hier in der Regel mehr die Gesamtziffer des Abtriebsertrages aller hiebsreifen Bestände in Betracht kommt und auch die Größe des Zuwachses gegen-

über der vorhandenen Holzmasse meist gering ist, so kann von der speziellen Erhebung des Zuwachses in allen Beständen in den meisten Fällen Umgang genommen und können statt dessen die Ansätze von Zuwachsprozent- oder Ertragstafeln benützt werden. Handelt es sich aber um verläßliche Bestimmung des Abtriebsertrages eines einzelnen Bestandes, so ist die wirkliche Zuwachsermittelung durch Erhebung des Zuwachsprozentes an mehreren Stämmen vorzuziehen.

c. Bei einigen Ertragsregelungs-Methoden sind auch die Abtriebserträge jüngerer Bestände, oder selbst aller Bestände bis zu den jüngsten Kulturen herab, zu bestimmen. Es ist also hier der Zuwachs für längere Zeiträume bis selbst nahezu einer ganzen Umtriebszeit voraus zu bestimmen, was nur mit Hilfe von Ertragstafeln erfolgen kann.

d. Die Beurteilung der Hiebsreife eines Bestandes nach dessen Zuwachs- oder Weiserprozent kann nur nach dessen tatsächlicher und individueller Zuwachsleistung und nicht nach dem Verhalten des normalen Durchschnittsbestandes erfolgen; die Verwendung allgemeiner oder aus Ertragstafeln berechneter Zuwachsprozente ist daher für diesen Zweck nicht zulässig, sondern es sind dieselben für jeden Bestand nach dem in Punkt 1 a des vorigen Paragraphen entwickelten Verfahren speziell zu erheben.

VI. Aus der Zuwachslehre.

§ 52. Entwickelungsgang des Einzelstammes[1]). Durch die Stammanalyse oder durch fortgesetzte Beobachtung der Stämme während ihres Wachstums kann der Entwickelungsgang einzelner Stämme erforscht und festgestellt werden; erfolgt dies für eine größere Zahl von Stämmen der verschiedenen Holzarten, welche unter sonst gleichen Verhältnissen erwachsen sind, so gelangen in den Durchschnittswerten der einzelnen Entwickelungsreihen für jede Holzart, da durch die größere Zahl der Beobachtungen die individuellen Schwankungen ausgeglichen werden, die Wachstumsgesetze der betreffenden Holzarten für die zugrunde gelegten äußeren Verhältnisse zum Ausdruck; und durch Ausdehnung dieser Untersuchung auf verschiedene Standortskategorien und Bestandesverhältnisse erlangen wir zugleich die Kenntnis des Einflusses, welchen diese Faktoren auf den Entwickelungsgang der Stämme bei den einzelnen Holzarten ausüben.

Es möge nun im folgenden versucht werden, diese Entwickelungsgesetze des Einzelstammes nach dem dermaligen Stande unserer Kenntnis hierüber in Kürze darzustellen.

Die Bildung und weitere Entwickelung unserer Baumstämme erfolgt bekanntlich in der Weise, daß durch die Bildungstätigkeit des Cambiums während der Vege-

1) Aus der zumeist in Zeitschrift-Aufsätzen zerstreuten Literatur über den Wachstumsgang der Baumstämme seien hier namhaft gemacht: Preßler, Das Gesetz der Stammbildung etc. Leipzig 1865 und Zur Forstzuwachskunde, Dresden 1868; H. Nördlinger, Der Holzring als Grundlage des Baumkörpers, Stuttgart 1871; R. Hartig, Ueber das Dickenwachstum der Waldbäume, Z. f. F. u. J. 1871 und Das Holz der deutschen Nadelwaldbäume, Berlin 1885; Th. Nördlinger, Zuwachs und Zuwachsprozent, A. F. u. J.Z. 1884; v. Guttenberg, Die Wachstumsgesetze des Waldes, Wien 1885 und Vergleichung des Wachstumsganges der Buche, Fichte, Tanne und Kiefer etc. Oe. V. f. F. 1885. Dr. Metzger, Studien über den Aufbau der Waldbäume und Bestände nach statischen Gesetzen. Mündener forstliche Hefte 5., 6. und 7. Heft. Analytische Untersuchungen über die Zuwachskurven hat zuerst Assistent E. L. Koller in der Oe. V. f. F. 1886 veröffentlicht. Die ausführlichste Bearbeitung der Zuwachslehre ist in Dr. Webers Lehrbuch der Forsteinrichtung (Berlin 1891) enthalten, worin auch Formeln für die gesetzmäßige Entwicklung der einzelnen Faktoren der Stamm- und Bestandesmasse aufgestellt sind. Vergl. auch den Abschnitt „Vom Zuwachs" in des Verf. „Forstbetriebseinrichtung", 2. Aufl., Wien 1911.

tationsperiode zunächst auf den kleinen Holzkegel des einjährigen Stämmchens und dann weiterhin auf den bereits gebildeten Holzkörper alljährlich eine neue Holz- und Rindenschichte mantelförmig sich auflagert, wodurch eine jährliche Stärkezunahme des Stammes und der Aeste in ihrem ganzen Umfange gegeben ist, während zugleich durch die Entwickelung der Längstriebe die jährliche Höhenzunahme des Stammes und die Ausbreitung der Baumkrone erfolgt. In ähnlicher Weise erfolgt die Zunahme und Verbreitung des Wurzelsystemes im unterirdischen Stammteile.

Für uns kommt hauptsächlich der eigentliche Stamm oder Baumschaft, als der wertvollste Teil des ganzen Baumes, in Betracht, dessen Massenzuwachs sich aus der Zunahme der Stammhöhe, der Grundstärke oder Grundfläche und der Formentwickelung ergibt, daher auch der Höhenzuwachs, der Grundstärken- oder Grundflächenzuwachs und die Formänderung der Stämme speziell zu betrachten sein werden.

Der Wachstumsgang ist nun nach allen diesen Richtungen zunächst bei den einzelnen Holzarten, dann aber auch für dieselbe Holzart je nach der Entstehungsweise (ob Samenpflanzen oder durch Stockausschlag, durch Stecklinge u. dgl. entstanden), je nach Standortsverhältnissen und je nach dem Standraum (ob im Freistande, in lichterem oder dichterem Bestandesschlusse) sehr wesentlich verschieden.

Allgemein zeigen Ausschlagpflanzen gegenüber den Samenpflanzen eine viel raschere Entwickelung in der ersten Jugend; ihr Höhen- und Stärkezuwachs ist häufig schon im ersten Jahre am größten, während der Zuwachs von Samenpflanzen im ersten Jahre nach beiden Richtungen meist nur sehr gering ist; erstere lassen jedoch in dieser Zuwachsleistung viel früher nach und dieselbe sinkt überhaupt im späteren Alter auf ein geringeres Maß, als dies bei Samenpflanzen unter sonst gleichen Verhältnissen der Fall ist. Es bleibt daher auch, wo Ausschlagpflanzen für die höheren Umtriebe des Hochwaldes übergehalten werden, deren Gesamtzuwachsleistung gegen jene von aus Samen entstandenen Stämmen und Beständen zurück [1]).

Neben dem Einfluß der Entstehungsweise und des Standortes kommt auch wesentlich der Einfluß des Lichtgenusses und der Lichtintensität auf die Entwickelung der Pflanzen in Betracht, daher der Wachstumsgang verschieden ist im Plenterwalde und bei langdauernder natürlicher Verjüngung gegenüber jenem im gleichalterigen und in der Jugend freistehenden Bestande. Ebenso wird die Entwickelung eine andere sein, wo viele Pflanzen auf der gleichen Fläche im Wurzel- und Luftraum konkurrieren als bei freierem Stande. Wir werden also stets den Einfluß des S t a n d o r t e s und jenen des S t a n d r a u m e s zu unterscheiden haben. Ebenso ist zu unterscheiden zwischen Wachstums g a n g und Wachstums l e i s t u n g der Einzelstämme und der Bestände; auf letztere ist hauptsächlich die Standortsgüte, auf ersteren die Art der Bestandeserziehung (ob licht oder dicht, ob im gleichalterigen oder Plenterbestande) von Einfluß. Im allgemeinen ist die Entwickelung der Samenpflanzen in der Jugend eine langsame, dann rasch zunehmend bis zu einem gewissen Höhenpunkte, von da wieder abnehmend. Wir unterscheiden daher auch im Leben der Bäume und Bestände ein Jugendstadium des Aufschwunges, eine Periode der Kulmination und die Zeit der Abnahme der Wachstumsenergie, des Alterns.

Unsere weiteren Ausführungen gelten hauptsächlich für die Entwickelung der aus Samen erwachsenen Bäume und für den wenigstens annähernd gleichalterigen Bestand.

---

1) Vergl. Th. N ö r d l i n g e r, Zuwachs und Zuwachsprozent.

1. Gang des Höhenwachstums.

Der Höhenzuwachs ist bei Samenpflanzen unserer einheimischen Waldbäume in den ersten Jahren stets nur ein geringer, nimmt aber etwa vom 3. bis 5. Jahre ab rasch zu, so daß z. B. bei der Kiefer und Lärche bereits mit dem 10. bis 15. Jahre, bei der Fichte durchschnittlich im 20. bis 25. Jahre, bei der Tanne und Buche im 25. bis 30. Jahre bereits der größte jährliche Höhenzuwachs erreicht wird. Auf dieser Größe des Maximalbetrages erhält sich jedoch der Höhenzuwachs in der Regel nur kurze Zeit; er sinkt vielmehr von der gegebenen Zeit ab bei den ersteren Holzarten ziemlich rasch, bei den letzteren langsamer bis zu einem gewissen Betrage von etwa 7—10 Zentimeter pro Jahr, auf welcher Größe er sich dann durch längere Zeit ziemlich gleichbleibend erhält. (Vergleiche die beiden oberen Kurven in Figur 50, in welcher die Alter als Abszissen, die zugehörigen Größen des jährlichen Höhenzuwachses als Ordinaten aufgetragen sind, und welche somit den Gang des Höhenzuwachses graphisch darstellt.)

Ein ganz oder nahezu vollständiges Aufhören des Höhenzuwachses tritt unter sonst entsprechenden Wachstumsverhältnissen erst in sehr hohem Alter ein; am ersten bei der Kiefer und bei mehr freistehenden Laubhölzern infolge ihrer Kronenausbreitung; am spätesten bei der Tanne und Fichte, bei welcher letzteren Holzart, speziell in Gebirgsforsten, sich der Höhenzuwachs über das 200. Jahr hinaus auf ziemlich gleicher Größe erhält. Auch die Buche erhält sich auf gutem Standorte bis in das Alter von 150 bis 160 Jahren noch immer in ziemlich gutem Höhenzuwachs.

In der absoluten Größe des Höhenzuwachses ist in der ersten Jugend die Kiefer und Lärche, späterhin aber die Fichte den anderen Holzarten unter sonst gleichen Verhältnissen voraus; Buche und Tanne bleiben gegen diese in der ersten Jugend beträchtlich in der Höhe zurück, vermögen jedoch durch ihren späterhin mehr aushaltenden Höhenzuwachs speziell die Kiefer zu überholen.

Auf die absolute Größe des Höhenzuwachses sowohl als auch auf den Gang desselben sind übrigens die Standortsverhältnisse von maßgebendem Einflusse. Der jährliche Höhenzuwachs erreicht um so früher sein Maximum, sinkt aber auch um so rascher wieder, je besser der Standort ist; auf geringem Standorte, insbesondere in den Hochlagen der Gebirgsforste, bleibt dagegen der Höhenzuwachs, sobald er einmal eine gewisse Größe erreicht hat, durch die ganze Lebensdauer des Baumes nahezu gleich. (Vergl. Fig. 50, welche den Höhenzuwachs der Fichte für die beste, mittlere und geringste Bonität der Hochgebirgsforste darstellt.)

Fig. 50.

Die absolute Größe des Höhenzuwachses in den besten Standorten übertrifft jene der geringsten Standorte in der Jugend und im mittleren Bestandesalter um ein vielfaches; im späteren Alter aber sinkt die erstere nicht selten sogar unter die letztere herunter oder wird ihr wenigstens nahezu gleich. Die Gesamthöhe der Stämme ist dabei in haubaren Beständen bester Bonität immerhin noch 2—3mal so groß als in jenen der geringen Standorte.

So erreichen in den Fichtenbeständen des Hochgebirges die Stämme der besten Standortskategorie im Alter von 120 Jahren eine Höhe von 36 Metern, in den mittleren Standorten eine solche von 24 Metern, in der geringsten aber bei gleichem Alter nur eine Höhe von 12 Metern, wobei das Maximum des jährlichen Höhenzuwachses für diese drei Bonitätsstufen (im Durchschnitte ganzer Bestände genommen) 0.5, 0.3 und 0.1 Meter beträgt. Die Buche erreicht nach Baur[1]) mit 120 Jahren in der I. Bonität eine Höhe von 32 Meter, in der V. Bonität eine solche von 18 Metern; die Kiefer nach Weise[2]) mit 100 Jahren im Mittel der I. Bonität eine Höhe von 28 und in der V. Bonität eine solche von 14 Metern.

Ueber den Einfluß des Standraumes auf den Höhenzuwachs wurde, entgegen der früher vielfach verbreiteten Ansicht, daß der Höhenzuwachs durch den Bestandesschluß gefördert werde, in neuerer Zeit von mehreren Seiten nachgewiesen[3]), daß durch den Bestandesschluß nicht nur der Stärke- sondern auch der Höhenzuwachs, letzterer jedoch in geringerem Maße als ersterer, vermindert werde. Dieser Einfluß wird erst dann ein bedeutender, wenn der Stand der Stämme ein gedrängter ist, und steigert sich bei bereits überschirmten Stämmen bis zum gänzlichen Aufhören des Höhenzuwachses.

2. Der Grundstärken- und Grundflächenzuwachs.

Würde man den Stärkezuwachs ganz am Stammgrunde, von der 1jährigen Kernpflanze an, feststellen, so würde sich für denselben ein ähnlicher Verlauf wie für den Höhenzuwachs ergeben, d. h. ein rasches Steigen der Zuwachsbreite von dem geringen Betrage des erstjährigen Zuwachses an und eine meist noch früher als beim Höhenzuwachse eintretende Kulmination dieser Zuwachsgröße. Wir betrachten jedoch als Grundstärke der Stämme jene in der gewöhnlichen Meßhöhe derselben von 1.3 Metern, in welche Höhe die Stämme erst mit einem gewissen Alter, welches je nach Umständen zwischen 5—15 und selbst mehr Jahren schwankt, eintreten. Die Kurve des Stärke- und ebenso jene des Grundflächenzuwachses beginnt daher nicht wie jene des Höhenzuwachses im Nullpunkte des Achsensystemes, sondern erst bei dem genannten Zeitpunkte, wo die Stämme der betreffenden Kategorie durchschnittlich diese Meßhöhe erreichen. In diesem Zeitpunkte hat der Stärkezuwachs bei den raschwüchsigen Holzarten wie Lärche, Kiefer und auch Fichte und bei normaler Entwickelung bereits seinen größten Betrag erreicht; der Stärkezuwachs beginnt daher mit einem Maximum oder erreicht dieses bald; er nimmt dann je nach Holzart und Standort anfangs mehr oder weniger rasch, späterhin langsamer ab, und erhält sich bei entsprechender Zuwachspflege weiterhin auf nahezu gleicher Größe.

Diesem Verlaufe des Grundstärkenzuwachses entspricht, da der Kreis, um welchen sich diese Zuwachsbreiten anlegen, fortwährend und speziell in der Jugend sehr rasch sich vergrößert, selbstverständlich ein wesentlich verschiedener Verlauf des Grundflächenzuwachses. Dieser beginnt mit einer sehr geringen Größe, steigt dann mehr oder weniger rasch an, um sich auf einer gewissen Höhe entweder dauernd zu erhalten oder langsam wieder abzunehmen. Dieser Gang des Stärke- und Flächenzuwachses wird übrigens durch den mehr oder minder dichten Schluß des Bestandes in größtem Maße beeinflußt und daher auch je nach dem wechselnden Standraume vielfach modifiziert. Ein engerer Schluß im höheren Bestandesalter bewirkt ein baldiges und stärkeres Sinken des Grundflächenzuwachses im Einzelstamme, während bei freierem Stande sich derselbe bis über das gewöhnliche Haubarkeitsalter steigend oder doch auf gleicher Höhe erhält. Aehnlich zeigt sich der Einfluß des

1) Baur, Die Rotbuche in bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form; Berlin 1881.

2) Weise, Ertragstafeln für die Kiefern; Berlin 1880.

3) Vergl. des Verfassers „Ueber den Einfluß des Bestandesschlusses auf den Höhenzuwachs und die Stammform". Oe. V. f. F. 1885. Seite 103 und „Zuwachsleistungen und Zuwachsgang in Fichtenpflanzbeständen". Oe. V. f. F., 1888. Seite 117.

Standortes, indem auf den besten Standorten auch der Grundflächenzuwachs ziemlich rasch (etwa mit dem 40.—50. Jahre) seinen größten Betrag erreicht und von da wieder abnimmt, während derselbe in den geringeren Standorten langsamer, aber bis in hohes Alter fortdauernd ansteigt.

Die Mittelstämme von Fichtenbeständen des Hochgebirges erreichen dabei mit 120 Jahren in den besten Standorten eine Grundstärke von 40 cm, in den geringsten Standorten von 20 cm; für die Mittelstämme von Buchenbeständen ergibt sich aus Baurs Ertragstafeln für diese Holzart gleichfalls für das Alter von 120 Jahren in der I. Bonität eine Grundstärke von 35 cm, für die V. Bonität eine solche von 20½ cm. Der Einfluß des Standortes ist daher in den Stammhöhen schärfer ausgeprägt, als in dem Unterschiede der Grundstärken; wogegen auf letztere der Einfluß des Standraumes ein bedeutenderer ist.

3. Die Formentwickelung der Stämme ist von dem Verhalten des Stärke- bezw. Flächenzuwachses in den verschiedenen Stammhöhen und dieses wieder hauptsächlich von dem Standraume und der damit zusammenhängenden Beastung oder Kronenausbildung abhängig.

Bei den im Bestande erwachsenen Bäumen ist der Stärkezuwachs oder die Jahrringbreite im allgemeinen gegen den Gipfel zu am größten, nimmt von da abwärts bis zum Stammfuße ab, im Stammfuße selbst aber bis zum Stammgrunde wieder zu; es ist demnach an einer Stelle des unteren Stammteiles die Jahrringbreite am kleinsten, welche Stelle bei jungen Stämmen ganz nahe dem Stammgrunde liegt, mit zunehmendem Alter und mit der Ausbildung des sogenannten Wurzelanlaufes der Stämme aber höher hinaufrückt. Bei haubaren Stämmen kommt dieselbe meist schon über der gewöhnlichen Meßhöhe von 1.3 m, bei sehr alten und mehr frei stehenden Stämmen selbst in einer Höhe von 4 bis 8 Meter über dem Stammgrunde zu liegen; diese Zunahme der Jahrringbreiten im untersten Stammteile oder die Verbreiterung des Stammfußes wird eben durch freieren Stand des Stammes wesentlich lich erhöht.

Die Zunahme der Jahrringbreiten vom Stammfuße aufwärts ist größer in den bessern Standorten und bei engerem Schluß der Stämme, also bei hoch angesetzten Baumkronen; geringer in den schlechteren Standorten und bei dominierenden oder frei erwachsenen Stämmen; ferner größer, besonders in der obersten Stammpartie, bei Stämmen von noch lebhaftem Höhenzuwachs, während bei geringem oder nahezu fehlendem Höhenzuwachs auch die Jahrringe gegen den Gipfel zu wieder schmäler werden.

Bei freistehenden und tief beasteten Stämmen bleibt die Jahrringbreite vom Stammfuße aufwärts entweder ziemlich gleich, oder sie ist sogar durchwegs nach oben etwas abnehmend.

Durch dieses Verhalten des Stärkezuwachses ist die Formausbildung des Stammes, die Zu- oder Abnahme der Vollholzigkeit bedingt. Ganz junge Stämme, welche, insolange sie noch ziemlich freien Standraum haben, auch tief beastet sind, haben meist eine kegelförmige Gestalt, ihre absolute Formzahl beträgt etwa 0.30 bis 0.35; mit dem Eintritte des Schlusses und mit dem Hinaufrücken der Baumkrone nehmen sie rasch an Vollholzigkeit zu, ihre absolute Formzahl steigt, je nach Holzart und sonstigen Verhältnissen, auf einen Betrag von etwa 0.44 bis 0.48, nimmt aber im höheren Alter infolge der dann bis über die Meßhöhe hinaufreichenden Verbreiterung des Stammfußes wieder, und zwar zumeist nur ganz langsam, ab. Diese Abnahme der Formzahl tritt früher ein bei der Lärche und Kiefer, später (etwa im 80. bis 100. Jahre) bei der Fichte, noch später und in geringerem Maße bei der Tanne und Buche; ferner früher und stärker bei mehr freistehenden Stämmen, insbesondere aber nach plötzlicher Freistellung bisher im Schlusse gestandener Stämme,

als bei vollkommen erhaltenem Bestandesschlusse. Stämme, welche in freiem Stande erwachsen sind, also meist eine tief angesetzte, nach unten zu sehr starke Beastung besitzen, zeigen eine sehr abholzige Schaftform und eine beträchtliche, mehrere Meter hoch hinaufreichende Verbreiterung des Stammfußes; ihre Formzahl bleibt daher stets eine sehr niedere.

Auf guten Standorten werden die Stämme unter sonst gleichen Verhältnissen vollholziger als auf geringen.

Die Größe des Flächenzuwachses und damit auch die Verteilung der Massenablagerung in den verschiedenen Höhen des Stammes verhält sich aus naheliegenden Gründen wesentlich anders als jene des Stärkezuwachses. Der Flächenzuwachs ist, im Gegensatz zu letzterem, stets am Stammgrunde am größten, nimmt von da, soweit der Stammfuß reicht, ziemlich rasch, dann im eigentlichen Schafte bis zur Krone meist nur wenig ab, bisweilen sogar gegen die Krone zu wieder eine Erhöhung aufweisend, und sinkt dann in der Krone selbst ziemlich rasch auf den geringen Betrag der Querfläche des letzten Jahrestriebes herab.

Auf diese Verteilung der Massenablagerung nimmt der mehr oder weniger freie Stand des Stammes wesentlichen Einfluß; bei im engen Schluß stehenden oder bereits unterdrückten Stämmen erfolgt dieselbe mehr im oberen Stammteile und ist oberhalb des Stammfußes mit oft kaum 0.1 mm Zuwachsbreite sehr klein oder fast ganz verschwindend, bei frei erwachsenen oder später frei gestellten Stämmen ist dagegen die Massenablagerung hauptsächlich nach dem Stammgrund zu gerichtet. Bei im Schlusse stehenden Stämmen der besseren Standorte ist der Flächenzuwachs vom Stammfuße bis zur Krone nahezu gleich, bei lichter stehenden und ebenso bei Stämmen auf geringeren Standorten aber im ganzen Stamme nach oben abnehmend.

Eine Erklärung der Formausbildung der Stämme und des Verhaltens des Flächenzuwachses in verschiedenen Stammhöhen hat zuerst Preßler in seinem „Gesetz der Stammbildung" auf physiologischer Grundlage gegeben, indem er die Form und Formzahl des Stammes als eine Funktion seiner Krone und den Flächenzuwachs als in allen Punkten des Stammes von dem oberhalb befindlichen Blattvermögen abhängig betrachtet; diese Annahme genügt jedoch nicht zur Erklärung mancher Erscheinungen, namentlich des Verhaltens des Flächen- und Stärkezuwachses nach erfolgter Lichtstellung eines Stammes. Dr. Metzger führt a. a. O. die Formausbildung der Stämme auf rein statische Gesetze zurück.

Je nach Standort und Standraum ist aber nicht nur die Stammform in bezug auf die Vollholzigkeit, sondern auch das Verhältnis der Stammhöhe zur Grundstärke verschieden. Diese Verhältniszahl H : D (Dimensionsquotient) ist einerseits um so kleiner, je freier der Standraum, andererseits je geringer der Standort ist; es bildet also in beiden Richtungen eine Bestandescharakteristik und es ist daraus ersichtlich, daß durch die Standortsgüte mehr der Höhenzuwachs, durch den freieren oder dichteren Stand aber mehr der Grundstärkenzuwachs beeinflußt wird.

Die Verschiedenheit des Verhältnisses H : D je nach Standraum möge aus folgenden, einem Fichten-Altbestande entnommenen Zahlen ersehen werden:

Starke Stammklasse (freierer Stand) H = 35 m D = 45 cm, H : D = 78,
mittlere Stammklasse (mittlerer Stand) H = 32 m, D = 36 cm, H : D = 90,
geringe Stammklasse (beengter Stand) H = 29 m, D = 26 cm, H : D = 111,

ebenso sei dieses Dimensionsverhältnis an Mittelstämmen der Fichte besten und geringsten Standortes hier angeführt:

Mittelstamm I. Standortskl. H = 36 m, D = 40 cm, H : D = 90,
Mittelstamm V. Standortskl. H = 12 m, D = 20 cm, H : D = 60.

4. Der Massenzuwachs.

Mit der Entwickelung der Stämme nach Höhe, Grundfläche und Form ist auch der Gang ihres Massenzuwachses gegeben; er resultiert aus dem Zusammenwirken der vorgenannten drei Zuwachsfaktoren.

In der Jugend, und zwar etwa bis zum 15.—20. Jahre, ist der an dem kleinen Stämmchen erfolgende Massenzuwachs trotz der oft schon großen Jahrringbreiten ein sehr geringer; er kann eben erst dann einen größeren Betrag erreichen, wenn einerseits die Krone, bezw. das Blattvermögen, zu kräftigerer Entwickelung gelangt ist, und anderseits der Stamm selbst durch seine Höhe und Stärke der Massenablagerung eine größere Mantelfläche darbietet. Von dem bezeichneten Alter an steigt der Massenzuwachs rasch bis zu seiner vollen Höhe, welche er bei den raschwüchsigen Holzarten und in den besten Standorten im 50.—70. Jahre, auf geringerem Standorte und bei den in der Jugend langsamer sich entwickelnden Holzarten (Buche und Tanne) im 100.—120. Jahre, in den Hochlagen des Gebirges und bei freierem Stande aber erst in sehr hohem Alter erreicht. Auf dieser Höhe des Maximums erhält sich der Massenzuwachs durch längere Zeit ziemlich gleichmäßig, und nimmt dann bei normalen Entwickelungsverhältnissen beträchtlich langsamer, als das Ansteigen erfolgte, wieder ab.

Fig. 51.

Den Einfluß des Standortes auf den Gang und die absolute Größe des Massenzuwachses im Einzelstamme läßt die Figur 51 deutlich erkennen, welche diesen Zuwachs für Mittelstämme der Fichtenbestände des Hochgebirges und zwar für die beste, mittlere und geringste Standortskategorie, darstellt. Die hier zugrunde gelegten Mittelstämme erreichen im Alter von 120 Jahren auf dem besten Standorte eine Holzmasse von 2 Festmetern, auf dem geringsten Standorte aber bei gleichem Alter erst eine Holzmasse von 0.14 Festmeter.

Es zeigt sich darnach hier ebenso wie bei der Entwickelung der Höhen- und Grundflächen, daß auf den günstigsten Standorten die größte Wachstumsleistung bereits im jüngeren oder mittleren Stammalter eintritt und selbe späterhin wieder nachläßt, während die Stämme in den geringeren Standorten durch eine sehr langsame Entwickelung in der Jugend und einen bis in hohes Alter stetig ansteigenden. oder wenigstens auf gleicher Höhe aushaltenden Zuwachs ausgezeichnet sind. Der sehr beträchtliche Unterschied in der Gesamtleistung des Zuwachses an Höhe und Holzmasse bei Stämmen bester und geringster Standortsqualität ist demnach hauptsächlich auf die größere Wachstumsenergie der ersteren in der Jugend und im mittleren Bestandesalter zurückzuführen, während im höheren Alter die Zuwachsgröße für alle Bonitäten sich nähert, ja speziell der Höhen- und Stärkezuwachs der Stämme bester Bonität nicht selten unter jenen der geringeren Standorte herabgeht.

Uebrigens bedingt es in der Stammentwickelung von Beständen auf geringem Standorte einen wesentlichen Unterschied, je nachdem die geringe Ertragsfähigkeit des Standortes mehr in ungünstigen oder der betreffenden Holzart unzusagenden Bodenverhältnissen, oder — wie dies in der obigen Vergleichung der Fall ist — in der Ungunst der klimatischen Verhältnisse, hauptsächlich in der kurzen Vegetations-

dauer der Hochlagen begründet ist. Im ersteren Falle sind die Stämme verschiedener Standortsklassen vorwiegend nur in der Größe der Wachstums leistung, nicht aber im Wachstumsgange wesentlich verschieden [1]).

Die geringere oder größere Beschränkung des Standraumes, welche der Einzelstamm in seiner Entwickelung im Bestande durch seine Nachbarstämme erleidet, ist selbstverständlich auch auf den Gang des Massenzuwachses von maßgebendem Einflusse, und hat das diesbezüglich beim Stärke- und Flächenzuwachs Gesagte auch hier volle Anwendung. Durch beengten Standraum wird überhaupt der Massenzuwachs des Einzelstammes beträchtlich zurückgehalten und wird ein frühzeitiges und rasches Sinken desselben herbeigeführt, während umgekehrt ein schon im Sinken begriffener Zuwachs durch spätere Freistellung des betreffenden Stammes wieder auf beträchtliche Höhe gebracht werden kann (Lichtungszuwachs) [2]). Es ist demnach bei wiederholter Freistellung desselben Stammes in längeren Zeitperioden eine mehrmalige Kulmination des Massenzuwachses ganz wohl möglich.

Der abwechselnd räumlichere oder beengtere Stand desselben Stammes in den verschiedenen Altersperioden bringt es neben den Störungen, welchen der Wachstumsgang auch durch die Einflüsse der Witterung unterliegt, auch mit sich, daß derselbe für den Einzelstamm keineswegs immer einen so regelmäßigen Verlauf zeigt, wie solcher in Figur 51 aus einer größeren Zahl von Stämmen der betreffenden Standortskategorien als das gesetzmäßige Durchschnittsverhalten abgeleitet worden ist; vielmehr ist beim Einzelstamme fast immer ein mehr oder weniger beträchtliches Schwanken der Massenzuwachsgröße in den einzelnen Alters- bezw. Wachstumsperioden zu finden.

Der durchschnittliche Massenzuwachs erreicht beim Einzelstamm, wenn wir von jenen Fällen absehen, in welchen infolge allzu beengten Standraumes der laufende Zuwachs bereits frühzeitig zum Sinken gebracht wird, seinen größten Betrag in der Regel erst in einem hohen, über das gewöhnliche Benutzungsalter hinausliegenden Alter. Selbst in geschlossenen Beständen wird derselbe für die herrschende Stammklasse nicht vor dem 120. bis 140. Jahre eintreten; bei mehr frei stehenden Stämmen und solchen mit langsamer Jugendentwickelung aber fällt dieser Zeitpunkt noch beträchtlich später und man findet speziell in Gebirgsforsten nicht selten, daß selbst 200—300jährige Stämme ihren größten Durchschnittszuwachs noch nicht erreicht haben.

Ein Zuwachsabgang, bezw. ein Holzmassenverlust während der Stammentwickelung, tritt beim Einzelstamm nur in ganz untergeordnetem Maße durch das Abstoßen der unteren Aeste und eines Teiles der äußeren Rinde ein und kann daher hier füglich außer Betracht bleiben.

§ 53. Wachstumsgang des Bestandes. Der Entwickelungsgang und die Gesamtzuwachsleistung (die Massenproduktion) der Bestände ist nicht nur nach Holzart und den Standortsverhältnissen, sondern insbesondere auch je nach der Art der Erziehung und der Betriebsweise wesentlich verschieden; dabei wird bei gleicher Holzart durch die Verschiedenheit des Standortes mehr die Zuwachsgröße, also auch die Größe der gesamten Massenproduktion, durch die Betriebsart aber mehr der Gang der Bestandesentwickelung, sowohl im ganzen als bezüglich der einzelnen Stämme, beeinflußt.

Der Ausschlagwald folgt einem ganz anderen Zuwachsgesetze als der aus Samenpflanzen entstandene Hochwald, und in diesem wieder ist der Zuwachsgang des Bestandes sowohl als die Entwickelung des Einzelstammes im Plenterwalde von

1) Vergl. z. B. den Massenzuwachs der Mittelstämme I. und IV. Bonität in Verfassers Ertragstafeln für Fichtenbestände in Weitra, O. V. f. F. 1896, Tafel IV.

2) Vergl. u. a. den vorzitierten Aufsatz „Ueber den Einfluß des Bestandesschlusses auf den Höhenzuwachs etc., insbesondere die Tabellen Seite 106, 107 u. 108.

jenem des schlagweise bewirtschafteten, gleichalterigen Hochwaldes ein gänzlich verschiedener.

Ueber den Wachstumsgang des Plenterwaldes liegen eingehende Untersuchungen noch nicht vor, und ebenso fehlen solche noch größtenteils für den Ausschlagwald [1]; dagegen war der Wachstumsgang der gleichalterigen Hochwaldbestände schon früher und speziell in neuester Zeit von seiten der forstlichen Versuchsanstalten der Gegenstand ausgedehnter und sorgfältiger Erhebungen, welche uns in der Form von Ertragstafeln der einzelnen Holzarten vorliegen, und welche uns, wenn sie auch noch keineswegs zu einem endgültigen Abschluß gebracht sind, doch bereits einen erwünschten Einblick in die Entwickelungsgesetze solcher Bestände gewähren.

Bei der Erziehung in geschlossenen, gleichalterigen Beständen vermag die einzelne Pflanze nur in der ersten Jugend dem Wachstumsgange des freistehenden Baumes zu folgen; sobald die Aeste der Nachbarstämme sich berühren und dann ineinandergreifen, wird die weitere seitliche Entwickelung der Kronen gegenseitig behindert, dadurch der Stärkezuwachs und bei zu engem Schlusse auch der Höhenzuwachs vermindert, anderseits aber durch das Absterben der unteren, überschirmten Aeste und das Hinaufrücken der Baumkrone die Astreinheit und Vollholzigkeit der Stämme gefördert.

Die große Zahl von Stämmen, welche aus der natürlichen Verjüngung sich ergibt, oder mit welcher der Forstwirt zur Herstellung eines baldigen Schlusses den Bestand begründet, vermag bei der naturgemäßen Ausbreitung der Baumkronen auf der gegebenen Fläche später nicht mehr Raum zu finden, und so entsteht alsbald zwischen den benachbarten Pflanzen ein Kampf ums Dasein, welcher am stärksten wohl vom Zeitpunkte des Kronenschlusses an während der Dauer der größten Wachstumsenergie des Einzelstammes sich geltend macht, aber auch dann noch, und zwar bei im Schlusse erhaltenen Beständen bis zu deren schließlichem Abtrieb, andauert. Würden alle Pflanzen des jungen Bestandes sich ganz gleichmäßig entwickeln, so müßten, soferne nicht der Forstwirt mit der Entfernung eines Teiles derselben eingreift, auch alle Stämme späterhin gleichmäßig in ihrer Entwickelung zurückbleiben; in Wirklichkeit kommt jedoch eine solche gleichmäßige Entwickelung nur selten vor, vielmehr erlangen zumeist einzelne Stämme durch günstigere Anlage oder Standortsbedingungen, oder auch durch Altersungleichheit alsbald einen Vorsprung gegen andere, sind dadurch in jenem Kampfe ums Dasein begünstigt, was sodann die gänzliche Unterdrückung und das spätere Ausscheiden der weniger begünstigten Individuen auch auf natürlichem Wege zur Folge hat.

Aus diesem Vorgange ergeben sich mehrere für eine richtige Erkenntnis der Bestandesentwickelung wichtige Konsequenzen, welche hier kurz berührt werden mögen:

a. Die Stammklassenbildung, wie dieselbe schon aus der eben geschilderten ungleichen Entwickelung der einzelnen Stämme hervorgeht, welche Ungleichheit sich noch wesentlich dadurch erhöht, daß den einmal zurückgebliebenen Individuen durch ihre dominierenden Nachbarn der Lichtgenuß beschränkt und weiterhin fast gänzlich entzogen wird. Man kann daher im Bestande fast immer neben der herrschenden Stammklasse und einer diesen Hauptbestand an Höhe und Stärke übertreffenden Klasse vorherrschender Stämme auch eine

---

1) Der Wachstumsgang des Ausschlags- oder Niederwaldes ist, jedoch nur für die Gesamtmasse des Bestandes und nicht für deren Elemente, dargestellt in älteren Ertragstafeln, wie in jenen von Feistmantel und in Preßlers Forstlichem Hilfsbuch; über den Zuwachs im Plenterwalde geben Wessely in seinem Werke „Die österreichischen Alpenländer und ihre Forste“ (Seite 296—298) und L. Hufnagl in „Der Plenterwald, sein Normalbild, Holzvorrat, Zuwachs und Ertrag“, Oe. V. f. F. 1893, Seite 117, einige Aufschlüsse.

Klasse von bereits beherrschten und, soferne nicht die Durchforstung mit deren Entfernung zuvorkommt, eine solche von vollkommen unterdrückten (ganz unterständigen) Stämmen unterscheiden, welche beiden letzten Klassen als Nebenbestand bezeichnet und als solcher von dem durch die beiden ersten Klassen repräsentierten Hauptbestande getrennt werden. In der herrschenden Stammklasse wird man wieder Stämme mit noch ziemlich freier Krone und solche unterscheiden können, deren Krone von Nachbarstämmen bereits eingeengt ist und welche daher in ihrer vollen Weiterentwickelung bereits wesentlich behindert sind [1]. Es ist selbstverständlich, daß mit der weiteren Bestandesentwickelung stets neue Stämme, die bisher dem Hauptbestande angehörten, sobald sie im Wachstume von ihren Nachbarn überholt werden, in den Nebenbestand übertreten und als solche dann zur Ausscheidung gelangen. Es wird dies hauptsächlich die eben erwähnten Stämme mit bereits wesentlich beengtem Wachsraum betreffen. Daraus ergibt sich

b. die fortwährende Verminderung der Stammzahl des Hauptbestandes.

Die ursprüngliche Stammzahl der Bestände und damit auch die Abnahme derselben in der ersten Jugend ist je nach Art der Bestandesgründung eine sehr verschiedene; bei dichten natürlichen Verjüngungen tritt die größte Abnahme der Stammzahl schon mit der frühesten Jugend, bei weiteren Pflanzverbänden erst vom Zeitpunkte des Kronenschlusses an ein. Die Stammzahl sinkt im allgemeinen in der Jugend sehr rasch, im späteren Alter nur mehr wenig, und zwar ist diese Abnahme am raschesten bei den Beständen bester Bonität (infolge der rascheren Entwickelung des Einzelstammes), dagegen in der Jugend langsamer, aber bis in höheres Alter in größerem Maße andauernd bei den Beständen auf geringen Standorten. Den letzteren kommt daher auch bei gleichem Alter stets eine bedeutend höhere Stammzahl zu als den Beständen auf bestem oder gutem Standorte. Die Zahl der nach und nach ausscheidenden Stämme bildet den weitaus größten Teil der ursprünglich oder im Jungbestande vorhandenen Pflanzen; beträgt deren Zahl z. B. im 20jährigen Alter etwa 5000—6000 pro Hektar, so sind im Haubarkeitsalter meist nur mehr 500—600 Stämme am Hektar, also nur 10 Prozent der ersteren Stammzahl vorhanden, während 90 Prozent vor Erreichung jenes Alters ausgeschieden wurden. Dies hat weiters

c. einen bedeutenden Zuwachsabgang im Bestande, bezw. einen zeitweiligen Verlust an bereits vorhandener Holzmasse zur Folge, welcher dem Zuwachse an den verbleibenden Stämmen entgegenwirkt, den Massenzuwachs im Bestande daher gegen jenen im Einzelstamme verzögert und damit auch bewirkt, daß die Kulmination sowohl des laufenden als des durchschnittlichen Zuwachses im Bestande früher eintreten muß, als dies bei dem Einzelstamme der herrschenden Stammklasse, bezw. den Mittelstämmen des Bestandes der Fall ist.

d. Da sowohl bei dem natürlichen Ausscheidungsprozesse, als auch im Wege der Durchforstung, mit welcher der Forstwirt dem ersteren zuvorkommt, vorwiegend die jeweils geringste Stammklasse aus dem Bestande entfernt wird, so ist damit notwendig eine stete Verschiebung des Bestandes-Mittelstammes in eine der bisher stärkeren Stammklassen verbunden, während umgekehrt der bisherige Mittelstamm mit jedem Ausfalle der geringsten Stammklasse in die geringeren Stammklassen und später sogar in den Nebenbestand zurücktritt.

---

1) Ueber die Abstufung und Unterscheidung der Stammklassen siehe Kraft, Beiträge zur Lehre von den Durchforstungen, etc. Hannover 1884.

Wäre z. B. unmittelbar vor einer Durchforstung der Mittelstamm des ganzen Bestandes 25 cm stark, so würde, nachdem bei Ausführung der Durchforstung die meisten unter 20 cm messenden Stämme entfallen sind, der Mittelstamm des verbleibenden, nunmehrigen Hauptbestandes nicht mehr jener mit 25 cm, sondern etwa ein solcher mit 28 bis 30 cm Grundstärke sein, und der bisherige Mittelstamm von da an der geringeren Stammklasse angehören. Aehnlich wird bei jeder Durchforstung, da dabei vorwiegend die im Höhenwuchse zurückgebliebenen Stämme entnommen werden, die Bestandeshöhe hinauf gerückt.

Demnach sind auch die Mittelstämme des Altbestandes im früheren Bestandesalter nicht Mittelstämme, sondern solche der stärkeren Stammklassen gewesen, d. h. es setzt sich der schließliche Haubarkeitsbestand vorwiegend [1]) aus solchen Stämmen zusammen, welche in der Jugend die vorherrschende oder stärkste Stammklasse gebildet haben. Die an Stämmen haubarer Bestände erhobenen Höhen, Grundstärken etc. der früheren Altersstufen geben uns daher nicht die betreffenden Dimensionen der jeweiligen Mittelstämme in der Bestandesentwickelung, sondern jene der jeweils stärksten Stammklasse an. Speziell wird die mittlere Bestandeshöhe in der Jugend und in den mittleren Altersstufen eine geringere sein, als wir sie aus jenen Modellstämmen für die gleichen Alter erhalten, und es muß ferner die Kulmination des laufenden Höhenzuwachses für den ganzen Bestand (d. i. der Zunahme der jeweiligen Bestandesmittelhöhe) infolge der Verschiebung des Mittelstammes in stets höhere Stammklassen später erfolgen, als wir sie früher für den Einzelstamm angegeben haben.

Auf den Gang der Bestandesentwickelung nach Stammzahl und Holzmasse nimmt die Art und der Grad des Eingreifens mittelst der Durchforstungen von seiten des Forstwirtes wesentlichen Einfluß und es kann daher auch der Wachstumsgang stets nur für je eine bestimmte Betriebsweise festgestellt werden. Die neueren Ertragstafeln tragen diesem Umstande dadurch Rechnung, daß sie den Wachstumsgang je nach dichtem, mittleren oder lichten Schlußgrad des Bestandes angeben. Der größten Stammzahl des Bestandes kommt dabei keineswegs auch die größte Massenproduktion zu, abgesehen von der ungünstigen Entwickelung des Einzelstammes in diesem Falle; ebenso würde aber bei einer zu geringen Stammzahl die Produktion nach Masse und Wert zurückbleiben. Es ist vielmehr jene Bestandesentwickelung anzustreben, bei welcher das Resultat aus den drei Faktoren Stammzahl, Holzmasse und Gebrauchswert des Einzelstammes das günstigste ist, und die Aufgabe des Forstwirtes geht demnach dahin, in den Kampf um Standraum und Lichtgenuß im Bestande so einzugreifen und denselben rechtzeitig zugunsten einzelner Individuen zu entscheiden, daß damit das günstigste Resultat sowohl in bezug auf den Gesamtertrag, als auch in bezug auf die Entwickelung und Formbildung des Einzelstammes erreicht wird.

Nebst der Stammzahl und Bestandeshöhe ist in der Bestandesentwickelung auch noch die Stammgrundfläche aller Stämme ein beachtenswerter Faktor. Da dieselbe wieder stets für eine bestimmte Meßhöhe und zwar meist für jene von 1.3 m über dem Boden bemessen wird, so erlangt sie erst dann einen bestimmten, anfangs sehr kleinen Wert, wenn die ersten Stämme diese Meßhöhe mit ihren Gipfeltrieben erreicht haben; von da steigt ihre Höhe anfangs rasch, weiterhin immer langsamer, aber andauernd bis in ein hohes Alter, zum mindesten bis über das gewöhnliche Haubarkeitsalter der Bestände. Die Zunahme der Stammgrundfläche des Bestandes erfolgt in der Jugend am raschesten, vom mittleren Alter ab aber bei den raschwüchsigen und lichtbedürftigen Holzarten, wie Kiefer und Lärche, nur mehr in geringem Maße; bei der Fichte und Tanne dagegen nimmt die Stammgrundfläche, vorausgesetzt, daß nicht mit Lichtungshieben eingegriffen wird, auch im höheren Alter noch immer beträchtlich zu, und kann selbe bei diesen beiden Holz-

---

1) Wir sagen „vorwiegend“, weil dies keineswegs ausnahmslos der Fall ist; vielmehr bleibt auch mancher Stamm der anfangs stärksten Klasse später im Zuwachs zurück oder wird wegen ungünstiger Form u. dergl. vorzeitig entfernt, während einzelne bisher zurückgebliebene Stämme später einen günstigeren Wachsraum erhalten und dann die vorher stärkeren Stammklassen überholen können.

arten auf bestem Standorte und im Bestandesalter von 140—150 Jahren den höchsten Betrag von etwa 70 m² pro Hektar erreichen, während in den besten Kiefern- und Buchenbeständen sich dieselbe kaum über 50 m² pro Hektar erhebt. In den geringeren Standorten ist, trotz der größeren Stammzahl, die Stammgrundfläche stets beträchtlich kleiner als in den besseren Standorten; sie erreicht auf den ersteren in haubaren Beständen der Kiefer und Buche etwa 25—30 m², der Fichte und Tanne 35—40 m² pro Hektar bei vollkommener Bestockung.

Fig. 52.

Fig. 52 zeigt die Zunahme und Größe der Stammgrundflächen pro Hektar in Fichtenbeständen des besten, mittleren und geringsten Standortes bei Annahme eines mäßigen Bestandesschlusses.

Die Größe der Stammgrundfläche ist dabei, wie schon aus dem Einflusse des dichteren Schlusses auf den Grundstärkenzuwachs hervorgeht, keineswegs der Stammzahl proportional; es vermag vielmehr — selbstverständlich bis zu einer gewissen Grenze herab — die bessere Entwicklung der Einzelstämme im lichteren Bestande die größere Stammzahl des dichteren Bestandes in der Gesamtgrundfläche fast vollständig auszugleichen, und es schwanken demnach in räumlichen und in dicht geschlossenen Beständen die Stammgrundflächen in viel geringerem Maße als die Stammzahlen.

Der Holzmassenzuwachs im Bestande ist getrennt nach der Massenzunahme des Hauptbestandes, dem ausscheidenden Zwischenbestande und dem aus beiden sich ergebenden Gesamtbetrage zu betrachten; auch kann der Zuwachsgang des schließlichen Abtriebsbestandes, bezw. der denselben bildenden Stämme im Verhältnisse zum jeweiligen Hauptbestand in Betracht gezogen werden.

Die Holzmasse des Hauptbestandes und auch deren Zunahme ist in der ersten Jugend eine sehr geringe; die Holzmasse selbst nimmt dann in dem mittleren Bestandesalter meist ziemlich rasch, späterhin wieder langsamer, aber bis in hohes Alter andauernd, zu. Ein Stillstand in der Massenzunahme des Bestandes oder gar eine Abnahme der Masse könnte — abgesehen von dem Eingreifen in die Bestandesmasse beim Lichtungsbetriebe — erst dann eintreten, wenn der Massenabfall an abständig werdenden Stämmen dem Zuwachse der verbleibenden Stämme gleichkommt oder denselben übertrifft; ein Fall, der wirtschaftlich nicht in Betracht kommen kann.

Der laufende Massenzuwachs im Bestande steigt von dem geringen Betrage der ersten Jahre rasch an, erreicht bei den schnellwüchsigen Holzarten und auf den besseren Standorten ziemlich früh (mit 30—40 Jahren), zumeist aber etwa im mittleren Bestandesalter, in den geringsten Standorten auch noch später (im 70. bis 80. Jahre), seine größte Höhe, von welcher er in den besten Standorten rascher, in den geringeren aber nur langsam wieder abnimmt.

Der durchschnittlich-jährliche Massenzuwachs ist im ersten Jahre dem laufenden gleich, weiterhin aber, solange der laufende Zuwachs noch zunimmt und auch noch einige Zeit über dessen Kulmination hinaus, stets kleiner als dieser (weil der Durchschnittswert einer mit der Zeit steigenden Reihe bei irgend einem Zeitpunkte stets kleiner sein muß als das betreffende Glied der Reihe selbst); er wird dann, sobald der laufende Zuwachs auf den Betrag dieses Durchschnittswertes gesunken ist, wieder diesem gleich und von da ab (weil nunmehr der laufende Zuwachs eine fallende Reihe bildet) stets größer sein als dieser.

Der Durchschnittszuwachs steigt also vom ersten Jahre ab langsamer als der laufende und muß naturgemäß so lange ansteigen, als der laufende Zuwachs noch größer ist als der selbst, also bis zu dem Zeitpunkte, wo die beiden Zuwachsgrößen gleich sind; nach diesem Zeitpunkte muß, wegen der stetigen Abnahme des laufenden Zuwachses, auch der durchschnittliche wieder abnehmen, aber in geringerem Maße als ersterer.

Der durchschnittliche Massenzuwachs erreicht daher seinen größten Betrag beträchtlich später als der laufende und zwar stets in dem Zeitpunkte, wo er dem letzteren gleich wird; er hält sich dabei zur Zeit dieser Kulmination durch längere Zeit, bei den geringeren Standorten selbst durch einige Jahrzehnte, auf nahezu gleicher Höhe.

Dieses Verhalten des laufenden und durchschnittlichen Massenzuwachses des Hauptbestandes, zugleich auch den Einfluß des Standortes auf die absolute Größe und den Gang derselben, zeigt die beistehende Figur 53, welche diese beiden Zuwachsgrößen für Fichtenbestände des Hochgebirges bester, mittlerer und geringster Bonität darstellt.

Ueber den Zeitpunkt und die Größe des höchsten Durchschnittszuwachses im Hauptbestand verschiedener Holzarten und Standorte können nach den bisher veröffentlichten Untersuchungen folgende Zahlen angegeben werden, wobei die höheren Alter stets für die geringsten Standorte gelten: für die Fichte 50 bis 80 Jahre und 3 bis 11 fm, für die Kiefer 30 bis 70 Jahre und 2.5 bis 8 fm, für die Buche 80 bis 110 Jahre mit 2.5 bis 7 fm, für die Tanne 100 bis 110 Jahre mit 5 bis 11 fm.

Nach meinen eigenen Erhebungen tritt der höchste Durchschnittszuwachs für die Fichtenbestände des Hochgebirges beträchtlich später ein als nach den obigen Angaben; und zwar (vgl. Fig. 53) für die besten Standorte im 90. Jahre mit 11.0 Festmeter, für die geringste Bonität Hochlage aber erst nach dem 160. Jahre mit etwa 2.3 Festmeter.

Fig. 53.

Ein **Zwischenbestand** scheidet sich von dem Zeitpunkte des Bestandesschlusses an bis zum Abtriebsalter aus dem jeweiligen Hauptbestande aus, und zwar wird diese Ausscheidung in um so größerem Maße stattfinden, je größer die ursprüngliche Stammzahl, je lebhafter der Zuwachs der Einzelstämme und je lichtbedürftiger die Holzart ist. Die Zahl der ausscheidenden Stämme ist in der Jugend am größten und nimmt mit zunehmendem Alter anfangs rasch, dann langsamer ab; der Holzmasse nach aber ist diese Ausscheidung des Zwischenbestandes in den jüngsten Altersstufen meist nur gering, dann bis zum mittleren Bestandesalter (dem Alter des größten laufenden Zuwachses im Bestande) zunehmend und von da bis zum Abtriebsalter wieder etwas abnehmend. Im ganzen wird die Holzmasse des zur Ausscheidung gelangten Zwischenbestandes zumeist etwa 25 bis 35 %, unter Umständen auch bis zu 50 % des Abtriebsertrages betragen. Da die Entnahme des Zwischenbestandes im Wege der Durchforstungen nicht alljährlich, sondern zumeist erst in längeren Zeitperioden erfolgt, so wird die Menge des im Bestande vorhandenen Zwischenbestandes eine innerhalb dieser Zeitperioden stets von Null bis zu einem gewissen Maximalbetrage wechselnd sein (vergl. Fig. 54).

Die Gesamtmenge des bis zu einem gewissen Zeitpunkte ausgeschiedenen Zwischenbestandes mehr der Holzmasse des Hauptbestandes in jenem Alter ergibt den Gesamtertrag. Durch diese Ausscheidung des Zwischenbestandes wird die Zunahme des Hauptbestandes gegenüber dem tatsächlich an diesem erfolgenden Zuwachs stets um den betreffenden Betrag vermindert; es ist daher die Zuwachsleistung des Bestandes innerhalb eines Zeitraumes nicht durch die Zunahme der Holzmasse des Hauptbestandes, sondern durch jene des Gesamtertrages gegeben und es muß zur Beurteilung dieser Zuwachsleistung oder des Zuwachsprozentes nebst der Massenzunahme des Hauptbestandes stets auch die Größe des in diesem Zeitraume ausscheidenden Zwischenbestandes in Rechnung gezogen werden.

Fig. 54.

Für die Beurteilung des Zuwachsganges der den Abtriebsbestand bildenden Stämme und des jeweiligen Anteiles derselben an der Holzmasse des Hauptbestandes wird man annähernd eine richtige Grundlage erhalten, wenn man die durch Stammanalysen erhobenen Größen des Inhaltes der Mittelstämme des Abtriebsbestandes in allen früheren Altersstufen mit der Stammzahl des letzteren multipliziert, da anzunehmen ist, daß diese Mittelstämme des Abtriebsbestandes auch in den früheren Altersstufen Mittelstämme der betreffenden Stammgruppe gewesen sind. Dieser künftige Abtriebsbestand wird in den ersten Altersstufen, da dessen Stammzahl kaum $^{1}/_{10}$ der Gesamtstammzahl des jungen Bestandes beträgt, nur einen geringen Teil der Masse des Hauptbestandes einnehmen, im mittleren Bestandesalter aber bereits die größere Hälfte desselben bilden, um dann im Abtriebsalter mit dessen Masse zusammenzufallen. Der Zuwachs des Abtriebsbestandes ist daher vom mittleren Bestandesalter ab bedeutend größer als jener des Hauptbestandes; die Stämme des Abtriebsbestandes leisten von diesem Alter ab überhaupt den größten Teil des Gesamtzuwachses, wogegen auf die übrigen, nicht dem künftigen Abtriebsbestande angehörigen Stämme nur ein sehr geringer Teil dieses Gesamtzuwachses entfällt. Man kann diesen Teil des Bestandes, welcher nicht zum künftigen Abtriebsbestand gehört, sondern vor dem Abtriebsalter nach und nach in den Zwischenbestand übergeht, füglich als „Füllbestand" bezeichnen, da dessen Aufgabe vorwiegend nur in der Herstellung der vollen Bestockung zum Zwecke des Bodenschutzes und der Bestandeserziehung gelegen ist. Fig. 53 gibt ein Bild dieses Verhaltens des Abtriebsbestandes und des Füllbestandes im jeweiligen Hauptbestande, sowie auch des periodisch ausscheidenden Zwischenbestandes und des Gesamtertrages.

§ 54. **Aufstellung von Ertragstafeln.** Ertragstafeln stellen den Wachstumsgang der Bestände ziffermäßig dar, indem sie für bestimmte Bestandes-Kategorien, unter Voraussetzung normaler Entwickelung und Bestockung, entweder

nur die Holzmassen und Zuwachsgrößen oder auch die einzelnen Faktoren der Bestandesmassen, als: Stammzahl, Stammgrundfläche, Bestandeshöhe usw., für die verschiedenen Altersstufen der Bestandesentwickelung und zwar pro Hektar angeben. Die Aufgabe, den Zuwachsgang der Bestände für verschiedene Holzarten, Standorte und Betriebsformen zu ermitteln, fällt daher mit der Aufstellung von Ertragstafeln zusammen.

Der Entwickelungsgang eines Bestandes kann nicht, wie jener der Einzelstämme, aus dem haubaren Bestande nach rückwärts abgeleitet werden, weil uns für die früheren Entwickelungsstufen die Stammzahlen, Stammgrundflächen, sowie die Dimensionen der jeweiligen Mittelstämme unbekannt sind; soll also der Wachstumsgang eines einzelnen Bestandes festgestellt werden, so muß mit der Beobachtung beim ganz jungen Bestande begonnen und dieselbe durch wiederholte, entweder jährliche oder periodische Aufnahmen der Holzmasse und aller maßgebenden Faktoren bis zu dessen Haubarkeitsalter fortgesetzt werden. Insbesondere wird der Einfluß verschiedener Erziehungs- und Betriebsweisen (z. B. geringer oder starker Durchforstung, des Lichtungshiebes u. dgl.) auf den Zuwachsgang der Bestände nur durch solche fortgesetzte Beobachtung mehrerer verschieden behandelter, aber sonst unter gleichen Verhältnissen erwachsender Bestände mit Sicherheit erhoben werden können, und haben daher auch die forstlichen Versuchsanstalten diese Methode der Zuwachsermittelung durch Einführung ständiger Versuchsflächen bereits angenommen.

Speziell zum Zwecke der Aufstellung von Ertragstafeln können dabei, um den sonst allzulangen Zeitraum der Beobachtung abzukürzen, ganz wohl auch mehrere Bestände verschiedenen Alters gleichzeitig in Beobachtung genommen werden, so daß sich dann nach einem bestimmten Zeitraume die einzelnen Beobachtungsreihen an einander anschließen. Man erhält damit, in graphischer Darstellung gedacht, einzelne Stücke jener Kurve, welche die Holzmassenzunahme eines Bestandes während der ganzen Umtriebszeit darstellen würde, welche Kurvenstücke allerdings nicht immer unmittelbar aneinanderschließen und auch vielleicht nicht sofort einen ganz gesetzmäßigen Verlauf geben werden, aber es doch, wenn z. B. Bestände in je ungefähr 20jährigen Altersabstufungen gewählt wurden, nach Verlauf von 20 Jahren ermöglichen würden, die Holzmassen- bezw. Zuwachskurven der Bestandesentwickelung mit größerer Zuverlässigkeit zu ziehen, als dies seither nach der bisherigen Methode der Aufstellung von Ertragstafeln möglich war.

Notwendige Voraussetzung ist dabei, daß die betreffenden Bestände in bezug auf Standort, Art der Begründung und bisherigen Behandlung möglichst übereinstimmen; ferner sollen stets m e h r e r e Bestände derselben Altersstufe zur Beobachtung gewählt werden, da jeder Bestand in seiner Entwickelung sich individuell etwas verschieden verhält, während in der Ertragstafel das d u r c h s c h n i t t l i c h e Verhalten solcher Bestände zum Ausdruck gelangen soll, und weil auch der störende Einfluß anderer Faktoren nur durch eine größere Zahl von Beobachtungen ausgeglichen oder wenigstens abgeschwächt werden kann.

Durch das eben angedeutete Verfahren der wiederholten Aufnahme desselben Bestandes wird der Zuwachs der Bestände für eine längere oder kürzere Wachstumsdauer direkt ermittelt; es kann aber auch statt dessen aus der e i n m a l i g e n Aufnahme mehrerer Bestände verschiedenen Alters (unter sonst gleichen Verhältnissen) eine Reihe der Bestandesmassen für alle Altersstufen gebildet und aus dieser dann der Gang der Massenzunahme für die betreffende Bestandeskategorie abgeleitet werden. Alle älteren und auch die meisten neueren Ertragstafeln sind in dieser Art

aus einer größeren oder kleineren Zahl einzelner Bestandesaufnahmen aufgestellt worden und wird dieser Weg auch stets eingeschlagen werden müssen, wenn eine Ertragstafel in kurzer Zeit zustande gebracht werden soll.

Die Bedingung, daß alle zu einer Massenreihe vereinigten Bestände in bezug auf Standort, Art der Begründung und bisherigen Behandlung übereinstimmen müssen, ist hier in noch strengerem Maße als bei dem vorigen Verfahren zu stellen; ebenso sollen alle aufzunehmenden Bestände die für die betreffende Betriebsart normale Beschaffenheit haben, und darf ihre Zahl keine zu geringe sein, um einerseits eine möglichst vollständige Massenreihe zu erhalten und anderseits die notwendige Ausgleichung der selbst in normalen Beständen noch immer vorhandenen Schwankungen in bezug auf die Stammzahl, die Größe der Stammgrundfläche, der Holzmasse etc. auf Durchschnittswerte zu erzielen. Es kommt dann noch hier die Aufgabe hinzu, aus den durch die Bestandesaufnahmen erhaltenen Zahlen jene gesetzmäßigen Reihen der Holzmassen bezw. ihrer Faktoren abzuleiten, welche die durchschnittliche Bestandesentwickelung mit möglichster Wahrscheinlichkeit darstellen. Hiezu eignet sich, da die einzelnen Erhebungen noch keineswegs eine vollkommene gesetzmäßige Reihe geben, welche rechnungsmäßig interpoliert werden könnte, das graphische Verfahren am besten. Es werden (auf Millimeterpapier) die Alter als Abszissen, die in den Beständen erhobenen Holzmassen nach einem beliebigen Maßstabe als Ordinaten aufgetragen und wird dann durch die so erhaltenen, den Beständen einer bestimmten Bonitätsstufe entsprechenden Punkte eine gesetzmäßig verlaufende Kurve so hindurchgezogen, wie dies der Lage sämtlicher Punkte am meisten entspricht. Aus den so gezogenen Kurven sind dann die Holzmassen und deren Zunahme für alle Altersstufen zu entnehmen.

Werden außer den Holzmassen auch die Stammzahlen, Stammgrundflächen, Bestandeshöhen etc. in gleicher Weise graphisch verzeichnet und durch eine entsprechende Kurve verbunden, so kann durch Vergleichung des Ergebnisses der Einzelfaktoren mit der bereits vorläufig aufgestellten Massenreihe der Verlauf der letzteren wesentlich sicherer gestaltet werden. Am meisten eignen sich zu solcher Kontrolle die Stammgrundflächen und Bestandeshöhen, deren Produkte, mit einer den eigenen Erhebungen oder einer Erfahrungstafel entnommenen Formzahlenreihe reduziert, eine zweite Holzmassenreihe ergeben, welche mit der zuerst gezogenen Massenkurve übereinstimmen soll. Zur Beseitigung der bei dem Vergleiche beider Massenreihen voraussichtlich sich ergebenden Differenzen sind dann die einzelnen Reihen insoweit zu modifizieren, daß dieselben sowohl unter sich als auch mit den Ergebnissen der Bestandesaufnahmen übereinstimmen.

Die bedeutendste Schwierigkeit und damit auch Unsicherheit der Aufstellung von Ertragstafeln aus einmaligen Bestandesaufnahmen liegt in der Beurteilung der Zusammengehörigkeit der betreffenden jüngeren und älteren Bestände nach Standort und Erziehungsweise; und diese Schwierigkeit wird selbstverständlich um so größer, wenn solche Erhebungen auf große Gebiete mit verschiedenen Wachstums- und Betriebsverhältnissen ausgedehnt werden. Es bietet demnach einen wesentlichen Vorteil, die Untersuchungen über den Wachstumsgang der Bestände zunächst auf kleinere Gebiete, für welche gleiche Wachstumsverhältnisse vorausgesetzt werden können, zu beschränken, also Lokal-Ertragstafeln aufzustellen; während bisher das Bestreben zumeist dahin gerichtet war, diese Wachstumsgesetze sogleich als allgemein gültige in sogen. allgemeinen Ertragstafeln festzustellen.

Wo die Uebereinstimmung der Standortsgüte nicht schon aus den Verhältnissen hervorgeht, da wird man in der Beurteilung derselben eine größere Sicherheit dadurch

gewinnen können, daß durch Stammanalysen der Wachstumsgang der Stämme in den Altbeständen erhoben und damit die Stammentwickelung der jüngeren Bestände, insbesondere bezüglich deren Höhe, verglichen wird. Darauf begründet sich auch das von Th. und R. Hartig zuerst angewendete Verfahren der Aufnahme nach Weiserstämmen, bei welchem aus einem oder mehreren haubaren Normalbeständen (den Weiserbeständen) je mehrere Stämme auf ihre Höhenentwickelung untersucht und dann jene jüngeren Bestände als zugehörig betrachtet werden, deren Oberhöhe (die Höhe der dominierenden Stammklasse) mit der den Weiserstämmen bei gleichem Alter zukommenden Scheitelhöhe übereinstimmt.

Sollen, wie dies zumeist der Fall sein wird, Ertragstafeln für mehrere Ertragsstufen (Standorts- oder Bonitätsklassen) einer bestimmten Holzart aufgestellt werden, so können diese Klassenabstufungen entweder im vornhinein festgestellt und die einzelnen Bestände sogleich in eine derselben (wenigstens vorläufig) eingereiht werden, oder es werden zunächst Bestände aller Standortskategorien aufgenommen und wird dann die Zahl und Abgrenzung der Standortsklassen erst auf Grund des Ergebnisses dieser Aufnahmen vorgenommen. Aus den je einer Klasse zugehörigen Stammanalysen kann der durchschnittliche Höhenzuwachs für jede Klasse bestimmt werden und dann die Einreihung der jüngeren Bestände in die einzelnen Standortsklassen wieder nach Anhalt ihrer Höhen unter gleichzeitiger Berücksichtigung ihrer Massen erfolgen. Die Feststellung der Stammzahl-, Stammgrundflächen- und Holzmassenreihen etc. erfolgt dann für die einzelnen Standortsklassen nach dem früher angedeuteten graphischen Verfahren [1]).

Fig. 55.

Der Inhalt der Ertragstafeln beschränkt sich bei den älteren solchen Tafeln, von welchen hauptsächlich jene von Feistmantel, Preßler und Burckhardt heute noch in Gebrauch stehen, zumeist auf die Angabe der Holzmassen und Zuwachsgrößen des Hauptbestandes in Altersstufen von je 10 Jahren. Die neueren, zumeist durch die forstlichen Versuchsanstalten herausgegebenen Ertragstafeln [2]) geben auch die Stammzahlen und Stammgrundflächen pro Hektar und die Bestandeshöhen an, welche Zahlen wesentlich zur Charakteristik der betreffenden Bestände dienen; sie trennen ferner die Holzmasse in der Regel nach Derbholz- und Reisigmasse.

1) Vergl. des Verfassers Abhandlung „Die Aufstellung von Holzmassen- und Geldertragstafeln auf Grundlage von Stammanalysen", Oe. V. f. F. 1896, 3. u. 4. Heft. — Sehr zu beachten ist hier die Schrift Schiffels, „Wachstumsgesetze normaler Fichtenbestände", Wien 1904, in welcher für die Beziehungen zwischen Grundstärke, Höhe, Formzahl und Schaftmasse Formeln abgeleitet und darnach Ertragstafeln für Fichtenbestände verschiedener Standortsgüte und Schlußgrade aufgestellt werden. Ueber die Bedeutung des Mittelstammes für die Aufstellung von Ertragstafeln siehe Gehrhardt, a. a. O. S. 31 u. ff.

2) Neuere Ertragstafeln wurden u. a. veröffentlicht: Für die Fichte und Buche in Württemberg von Dr. Baur (die Fichte in zweiter und dritter Bearbeitung von Dr. Lorey), für die Fichte und Kiefer in Sachsen von Kunze, für die Kiefer in Deutschland überhaupt von Weise, für die

In eine vollständige Ertragstafel sollen endlich auch die in den einzelnen Altersstufen zu erwartenden Vorerträge um so mehr aufgenommen werden, als diese finanziell und wirtschaftlich von großer Bedeutung sind und auch der Wachstumsgang des Hauptbestandes von dem Grade der Durchforstungen abhängig ist, also die Höhe der Abtriebserträge zu jener der Vorerträge in unmittelbarer Beziehung steht. Die Größe der Vorerträge in den einzelnen Altersstufen kann aus der Anzahl der ausscheidenden Stämme und dem durchschnittlichen Gehalte der Stämme dieser geringsten Stammklasse beurteilt werden, wobei auch die Ergebnisse von Probedurchforstungen in Beständen verschiedener Altersstufen zu berücksichtigen sind. Die Vorerträge sind je nach den Betriebs- und Verwertungsverhältnissen, sowohl in ihrer Gesamtmasse als auch nach den Dimensionen der dahin fallenden Stämme, noch viel mehr schwankend als die Abtriebserträge und sind daher für sichere Anhalte stets lokale Erhebungen nötig.

Die beigegebene Figur 55 gibt die Holzmassen pro Hektar der Fichte, Tanne, Kiefer und Buche und zwar je für die beste und geringste Standortsklasse nach den wichtigsten neueren Ertragsuntersuchungen in graphischer Darstellung; dieselbe macht die großen Unterschiede in den Ertragsgrenzen und im Zuwachsgange der einzelnen Holzarten ersichtlich. Als Beispiel einer Ertragstafel sei hier eine solche beigefügt, und zwar jene der Standortskategorie „sehr gut" aus Ertragstafeln, welche von mir für Fichtenbestände eines speziellen Gebietes der nördlichen Kalkalpen aufgestellt worden sind.

Ertragstafel
für Fichtenbestände der Standortskategorie „sehr gut".

Alter	Hauptbestand pro Hektar								Vorertrag		Gesamtertrag		
	Stammzahl	Stammgrundfläche	mittlere Höhe	mittlere Grundstärke	mittlere Schaftformzahl	Holzmasse	Zuwachs periodisch	Zuwachs durchschnittl.	Stammzahl	Holzmasse	Holzmasse	durchschnittl. p. Jahr	Zuwachs-Prozent
Jahre		m²	m	cm	1/1000	fm	fm	fm		fm	fm	fm	
10	—	—				10							
							4.0						
20	—	17.6	4.5	5.9	630	50		2.5					
							7.2			20			10.5
30	2970	27.3	8.5	10.8	526	122		4.1			142	4.7	
							9.3		1170	26			7.0
40	1800	34.0	12.7	15.5	498	215		5.4			261	6.5	
							10.2		535	30			4.8
50	1265	39.0	16.8	19.8	484	317		6.3			393	7.9	
							10.4		275	33			3.6
60	990	43.2	20.5	23.6	477	421		7.0			530	8.8	
							10.2		172	34			2.8
70	818	46.8	23.6	27.0	475	523		7.5			666	9.5	
							9.5		112	34			2.2
80	706	49.9	26.1	30.0	475	618		7.7			795	9.9	
							8.6		80	33			1.8
90	626	52.6	28.2	32.7	474	704		7.8			914	10.2	
							7.6		62	31			1.4
100	564	54 9	30.0	35.2	473	780		7.8			1021	10.2	
							6.5		47	28			1.2
110	517	56.9	31.5	37 5	472	845		7.7			1114	10.1	
							5.7		40	24			1.0
120	477	58.6	32.8	39.6	470	902		7.5			1195	10.0	

Aus solchen einzelnen Ertragstafeln können dann die Zahlen des Haubarkeits-Durchschnittszuwachses für verschiedene Holzarten, Standortsklassen und Betriebsarten als Durchschnittsertragstafeln, speziell die Zuwachsprozente als Zuwachsprozenttafeln usw. zusammengestellt werden.

Kiefer in der norddeutschen Tiefebene, dann für die Fichte in Deutschland überhaupt und für die Buche in Preußen von Dr. Schwappach (für Kiefer und Buche in wiederholter Bearbeitung), für die Weißtanne von Dr. Lorey (in zweiter Bearbeitung 1897), und von Dr. Eichhorn (1902); für die Buche von Dr. Grundner (1904).

XIII.

Forsteinrichtung.

Von

Friedrich Judeich,

für die 3. Auflage bearbeitet von C. Wagner[1]).

Literatur. Oettelt: Practischer Beweis, daß die Mathesis bey dem Forstwesen unentbehrliche Dienste thue. 1765; 3 Aufl. 1786. — Derselbe: Abschilderung eines redlichen und geschickten Försters. 1768. — Beckmann: Anweisung zu einer pfleglichen Forstwirtschaft. 1759; 2. Aufl. 1766. — Hennert: Anweisung zur Taxation der Forste. 2 Teile 1791 u. 1795; 2. Aufl. 1803. — Wiesenhavern: Anleitung zu der neuen auf Physik und Mathematik gegründeten Forstschätzung und Forstflächen-Einteilung in jährliche proportionale Schläge usw. 1794. — G. L. Hartig: Anweisung zur Taxation der Forste usw. 1. Aufl. in 1 Bd. 1795; 2., 3. u. 4. Aufl. in 2 Bden. 1804 u. 1805, 1813, 1819. — (Paulsen): Kurze praktische Anweisung zum Forstwesen oder Grundsätze über die vorteilhafteste Einrichtung der Forsthaushaltung und über Ausmittelung des Werts vom Forstgrunde usw. herausgegeben von Führer, 1795; 2. Aufl. 1797. — Schilcher: Ueber die zweckmäßigste Methode den Ertrag der Waldungen zu bestimmen, 1796. — Cotta: Systematische Anleitung zur Taxation der Waldungen, 1804. — Derselbe: Anweisung zur Forst-Einrichtung und Abschätzung, 1820. — König: Anleitung zur Holztaxation, 1813. — André: Versuch einer zeitgemäßen Forstorganisation, 1823. — Klipstein: Versuch einer Anweisung zur Forstbetriebs-Regulierung, 1823. — Hoßfeld: Forsttaxation nach ihrem ganzen Umfange, 2 Bde., 1823—1824. — Hundeshagen: Die Forstabschätzung auf neuen, wissenschaftlichen Grundlagen, 1826; 2. Aufl. von Klauprecht, 1848. — Pfeil: Die Forsttaxation, 1833; 3. Aufl. 1858. — v. Wedekind: Anleitung zur Betriebsregulierung und Holzertragsschätzung der Forste, 1834; 2. Aufl. u. d. T. Instruktion für die Betriebsregulierung und Holzertragsschätzung der Forste, 1839. — Martin: Der Wälder Zustand und Holzertrag usw., 1836. — Karl: Grundzüge einer wissenschaftlich begründeten Forstbetriebs-Regulierungs-Methode, 1838. — Derselbe: Die Forstbetriebsregulierung nach der Fachwerksmethode, 1851. — Smalian: Anleitung zur Untersuchung und Feststellung des Waldzustandes, der Forsteinrichtung, des Ertrages und Geldwertes der Forste usw., 1840. — C. Heyer: Die Waldertrags-Regelung, 1841; 2. u. 3. Aufl. von G. Heyer, 1862 u. 1883. — Derselbe: Die Hauptmethoden zur Waldertrags-Regelung, 1848. — Albert: Lehrbuch der forstlichen Betriebsregulierung, 1861. — Grebe: Die Betriebs- und Ertrags-Regulierung der Forste, 1867; 2. Aufl. 1879. — Püschel: Die Forst-Einrichtung

---

1) Es erschien dem Bearbeiter als eine Forderung der Pietät, das Werk Judeichs, der sich um die Entwicklung der Forsteinrichtung der neuesten Zeit so hohe Verdienste erworben, ja zu ihr den Anstoß gegeben hat, auch für die neue Auflage so weit als irgend möglich zu erhalten. Er hat sich daher bemüht, seine Bearbeitung soweit als es seine in manchen Punkten grundsätzlich abweichende Auffassung irgendwie zuließ, auf eine Ergänzung des Gegebenen zu beschränken.

Geändert und ergänzt wurden die Einleitung, und in einigen Punkten die theoretischen Grundlagen, sowie insbesondere der Abschnitt über die Methoden der Ertragsregelung, der überdies vor den II. Teil (Die Aufstellung des Betriebsplans) gestellt und den „Allgemeinen theoretischen Grundlagen" angeschlossen wurde, dann die Lehre vom Hiebszug, Loshieb usw. Fast durchaus neu bearbeitet wurden in einem Anhange die in den einzelnen Staaten angewendeten Einrichtungsverfahren.

oder Vermessung und Einteilung der Forste etc., 1869. — Preßler: Der rationelle Waldwirt, 2 Hefte, 1858 u. 1859. — Derselbe: Die Hauptlehren des Forstbetriebes und seiner Einrichtung im Sinne eines technisch und volkswirtschaftlich rationellen Reinertragswaldbaus. 2. u. 3. Aufl., 1871 u. 1872. — Judeich: Die Forsteinrichtung, 1871; 6. Aufl. 1904, bearbeitet von Neumeister. — Wagener: Anleitung zur Regelung des Forstbetriebs usw., 1875, — Weise: Die Taxation des Mittelwaldes, 1878. — Derselbe: Die Taxation der Privat- und Gemeindeforste nach dem Flächenfachwerk, 1883. — Borggreve: Die Forstabschätzung, 1888. — Neumeister: Forst- und Forstbetriebs-Einrichtung der höchsten Wald- bei höchster Bodenrente, 1888. — Graner: Die Forstbetriebseinrichtung, 1889. — Raeß: Die Waldertragsregelung gleichmäßigster Nachhaltigkeit, 1890. — Weber: Lehrbuch der Forsteinrichtung, 1891. — Martin: Die Folgerungen der Bodenreinertragstheorie für die Erziehung und die Umtriebszeit der wichtigsten deutschen Holzarten, 5 Bde., 1894/9. — v. Guttenberg: Die Forstbetriebseinrichtung nach ihren gegenwärtigen Aufgaben und Zielen, 1896. — Stoetzer: Die Forsteinrichtung, 1898; 2. Aufl. 1908. — Neumeister: Die Forsteinrichtung der Zukunft, 1900. — Wagener: Die Waldrente und ihre nachhaltige Erhöhung, 1900. — O. Kaiser: Die wirtschaftliche Einteilung der Forste, 1903. — v. Guttenberg: Die Forstbetriebseinrichtung (Lehrbuch), 1903; 2. Aufl. 1911. — Martin: Die Forsteinrichtung, 1904 (als Leitfaden); 3. Aufl. 1910 (als Lehrbuch). — Weise: Leitfaden für Vorlesungen aus dem Gebiet der Ertragsregulierung, 1904. — Festschrift zur Feier des 75jährigen Bestehens der Forstlehranstalt Eisenach, 1905 (Abhandlungen von Stötzer und Pfeifer). — Borgmann: Grundzüge der Geschichte und Wirtschaft der K. Oberförsterei Eberswalde, 1905. — Michaëlis: Die Betriebsregulierung in den preußischen Staatsforsten, 1906. — Stötzer: Hilfstafeln zur Forsteinrichtung, 1907. — Wimmenauer: Grundriß der Waldertragsregelung, 1907. — Schilling: Die Betrieb - und Ertragsregulierung im Hoch- und Niederwalde, 1907. — Wagner: Die Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde, 1907,; 2. Aufl. 1911. — Hüffel: Economie forestière, III. Band, 1908. — Räß: Waldversicherung, Forstbank und rationelle Waldertragsregelung, 1908. — E. Speidel: Forsteinrichtung und Reservebildung, 1910. — Wagner: Der Blendersaumschlag und sein System, 1912. — Außerdem zu vergleichen die in der Abhandlung über Holzmeßkunde genannten Bücher.

Einleitung.

§ 1. Die Aufgaben der Forsteinrichtung. Die Forsteinrichtung [1]) beschäftigt sich mit dem Wirtschaftswald, d. h. mit einem Walde, in dem der Mensch irgend ein bestimmtes Produktionsziel verfolgt [2]); und umfaßt diejenigen Maßregeln, die innerhalb eines Wirtschaftsbezirks getroffen werden müssen, um geordnete Forstwirtschaft treiben zu können. Sie hat also die Wirtschaftsziele festzustellen, die Wege für deren planmäßige Verwirklichung zu suchen und darauf ihren Betriebsplan aufzubauen, oder, wie Judeich sagt: „sie hat den gesamten Wirtschaftsbetrieb in einem Walde zeit-

1) Andere Bezeichnungen sind: Forstbetriebseinrichtung, Betriebsregulierung, Forstsystemisierung (in Oesterreich); sie bedeuten dasselbe, wie Forsteinrichtung, während die Ausdrücke: Waldertragsregelung, Ertragsbestimmung, Forsttaxation oder deutsch: Forstabschätzung eine Aufgabe bezeichnen, die nur einen wesentlichen Teil der Forsteinrichtung bildet. Die letztere Bezeichnung greift überdies zugleich über das Gebiet der Forsteinrichtung hinaus und umfaßt daneben noch die Waldwertrechnung.

2) Die Wirtschaft kann verschiedenen Zielen folgen:

1. Das entscheidende Interesse kann auf den Ertrag gerichtet sein. Wir sprechen alsdann von Ertragswald und verstehen darunter einen Wald, in dem es oberster Wirtschaftsgrundsatz ist, möglichst hohen Ertrag zu erzielen. Im Ertragswalde selbst kann man wieder unterscheiden: Versorgungswald, wenn das Ziel auf Erzeugung höchster Gebrauchswerte gerichtet ist und Erwerbswald, wenn die Wirtschaft auf höchsten Tauschwert ausgeht.

2. Das entscheidende Interesse kann auf die Schutzwirkung des Waldes seiner Umgebung gegenüber gerichtet sein, wir nennen einen solchen Wald: Schutzwald.

3. Es kann auf höchsten Ertrag verzichtet werden zugunsten idealer Interessen, persönlicher Annehmlichkeiten oder Liebhabereien usw. Wir haben den Luxuswald mit seinen verschiedenen Unterarten (Parkwald, Jagdgehege, Schönheitswald usw.) vor uns.

Die Forsteinrichtung bedarf dieser Scheidung der Betriebe nach den Wirtschaftszielen, denn wenn sie auch meist nur mit dem Ertragswalde zu tun hat, so macht sich doch der Einfluß von Nebenrücksichten oft mehr oder weniger stark geltend und muß bei scharfem Hervortreten auf einzelnen Flächen zu wirtschaftlicher Scheidung führen.

lich und räumlich so zu ordnen, daß der Zweck der Wirtschaft möglichst erreicht werde".

Aus dieser umfassenden Aufgabe geht schon hervor, daß wir in der Forsteinrichtungslehre ein mixtum compositum im systematischen Sinne vor uns haben; — ein compositum, denn ein „Ordnen der Wirtschaft in zeitlicher und räumlicher Hinsicht" bedeutet ein Ordnen in jeder Hinsicht, sind doch Raum und Zeit die beiden apriorischen Vorstellungsformen, in denen sich alles menschliche Erkennen vollzieht. Da es sich also um ein Ordnen des Wirtschaftsbetriebs in jeder Hinsicht handelt, so ist schon vorweg anzunehmen, daß hier an sich ganz heterogene Dinge unter dem rein äußerlichen Gesichtspunkte des „Ordnungschaffens" als der verbindenden Idee in einem geschlossenen Wissenszweige vereinigt sind.

Und dies ist in der Tat der Fall! Denn die Einteilung des Waldes sowie der räumliche Aufbau der Altersklassen und Holzarten einerseits, und die nachhaltige Regelung des Ertrags aus dem Walde andererseits sind doch wohl Gegenstände, die sich eben nur in der Idee der Ordnung der Wirtschaft verbinden lassen, die aber in bezug auf ihre Prinzipien in keinem inneren logischen Zusammenhange stehen und die insbesondere auf ganz verschiedenen Grundlagen ruhen. Nur rein äußerlich treten sie in der Wirtschaft zu einander in Beziehung und schon Hundeshagen, der klarste wissenschaftliche Kopf, der sich je mit unserem Fache beschäftigte, hat sie denn auch in seinem System der Forstwissenschaft als besondere Gebiete der forstlichen Gewerbelehre ausgeschieden. Die Forsteinrichtungslehre ist also ein compositum! Dies wäre nun nur ein systematischer Mangel, der sich mit dem praktischen Bedürfnisse entschuldigen ließe. Aber noch mehr! Man hat sie im Lauf der Zeit zu einem mixtum compositum gemacht, d. h. man hat die verschiedenen Gebiete unlösbar mit einander verquickt und die Lösung der Aufgaben abhängig von einander gemacht. Die Entwicklung der Forsteinrichtungslehre im vorigen Jahrhundert hat in dem alles beherrschenden Fachwerksprinzip zu einer vollkommenen Verschmelzung jener verschiedenartigen Bestandteile geführt, hat an Stelle der Methoden der Ertragsregelung Methoden der Forsteinrichtung gesetzt, die den Aufbau des Waldes und die Bemessung des Ertrags in einem Akte ordnen sollten, und in denen naturgemäß eine Aufgabe unter dem Uebergewicht der andern verkümmern mußte. So ist angesichts dieser Entwicklung eine getrennte Behandlung der verschiedenen Gebiete heute sehr erschwert, es soll daher auch hier die immer noch übliche Vereinigung beibehalten werden.

Aufgabe der Forsteinrichtung ist also, Ordnung zu schaffen; und diese Aufgabe ist gerade in der Forstwirtschaft besonders wichtig, zugleich aber auch besonders schwierig zu lösen, weil der forstliche Betrieb einerseits auf sehr großen unübersichtlichen Flächen arbeitet und weil er andererseits Produktionszeiten umfaßt, die in ihrer langen Dauer im wirtschaftlichen Leben einzig dastehen.

Die Aufgabe zerfällt in zwei Teile:

1. Die Ordnung des Betriebs in räumlicher Hinsicht (innere Gliederung der Bestockung und äußere Einteilung der Produktionsfläche), umfassend die Vermessung und Einteilung der Waldflächen und den Aufbau der Altersklassen und Holzarten.

2. Die Ordnung des Betriebs in zeitlicher Hinsicht, welche die Feststellung und Gliederung des Produktionszeitraums, sowie die Ermittlung und zeitliche Verteilung des Waldertrags (Waldertragsregelung) umschließt.

Was auf dem Gebiete der räumlichen Ordnung zunächst die Wald-

einteilung betrifft, so wird diese insbesondere durch die Erfordernisse der Betriebsführung in Hinblick auf wirtschaftliche Betätigung, Ortsbestimmung, Uebersicht, Buchung und Statistik bestimmt, während der räumliche Aufbau des Waldes nach Altersklassen und Holzarten seine bestimmenden Momente aus der Hiebsführung (Schlagform und Hiebsart) erhält, die ihrerseits wieder von den Forderungen der verschiedenen Gebiete der Produktionslehre und teilweise auch der Betriebslehre abhängen. Die Forsteinrichtung hat somit auf dem Gebiete der räumlichen Ordnung nur die Aufgabe, gegebene Elemente zusammenzufassen, sich gegenseitig anzupassen und in ein System zu bringen.

Eine andere, selbständigere Stellung nimmt sie ohne Zweifel auf dem Gebiete der zeitlichen Ordnung der Wirtschaft ein, die durch die Prinzipien der Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit (vgl. § 4) regiert wird. Hier hat sie unter Leitung dieser Prinzipien selbständig das Gebiet der Ertragsregelung zu bearbeiten und eigene Methoden aufzustellen und Verfahren auszubilden, die sich einer schon gegebenen Raumordnung und Wirtschaft anpassen.

Da der Zweck der Forstwirtschaft eine möglichst vorteilhafte Benützung des zur Holzzucht bestimmten Grund und Bodens und der auf ihm tätigen Kapitalien, also dort, wo keine Nebenrücksichten ändernd einwirken (vgl. Fußnote 2 auf Seite 312), die Erzielung des höchsten, aus der Wirtschaft zu gewinnenden Reinertrags ist, so wird die Forsteinrichtung in allen ihren Teilen ganz vom ökonomischen Prinzip, den Forderungen der Forststatik durchdrungen.

Die reine Holzzucht wird in der Regel die vorteilhafteste Art der Benützung des Waldbodens bilden, Nebennutzungen können darum auch in den Kulturländern nicht mehr Hauptzweck der Forstwirtschaft sein, mögen auch deren Beträge mitunter sehr bedeutende sein. Die Forstwirtschaft befaßt sich deshalb in der Regel nur mit den Hauptnutzungen, wobei die Nebennutzungen manchmal gewisse Abänderungen bedingen. Nur wo gewisse Nebennutzungen (wie z. B. da und dort die Streunutzung auf Grund von Berechtigungen oder im Gemeindewald gemäß dem Willen der Gemeindegenossen) einerseits regelmäßig erfolgen und andererseits einer geordneten und planmäßigen Regelung in zeitlicher wie räumlicher Beziehung besonders bedürfen, sind auch sie Gegenstand der Forsteinrichtung (z. B. periodische Streunutzungspläne).

Die Hauptnutzungen bestehen aus dem Haupterzeugnisse der Forstwirtschaft, dem Holz einschließlich der Rinde. Sie zerfallen in Endnutzung (Abtriebs- oder Haubarkeitsnutzung, oder auch Hauptnutzung genannt) und Vornutzung (Zwischennutzung, Durchforstung). Unter der Endnutzung verstehen wir die nach Abschluß der Produktion im einzelnen Falle durch Abtrieb des in der Regel erntereifen Holzes erfolgenden Nutzungen, wobei dann unter Annahme einer fortgesetzten Waldwirtschaft die Begründung einer neuen Bestockung notwendig ist. Die Vornutzungen dagegen bestehen aus allen jenen Holzerträgen, die während des Produktionsprozesses bis zu dessen Abschluß durch Ausscheiden zwischenständiger Individuen eingehen, also zwischen zwei Endnutzungen liegen. (Eingehende Erörterungen über die Scheidung von End- und Vornutzungen vgl. § 95).

§ 2. Allgemeine Grundlagen und Elemente der Betriebsordnung. Das Objekt, mit dem sich die Forsteinrichtung beschäftigt, ist nicht eine beliebige Waldfläche, etwa der Gesamtbesitz einer Person, sondern es ist der Wirtschaftsbezirk[1]) und seine Bestockung, d. h. die Summe derjenigen

1) Die meist gebrauchten gleichsinnigen Bezeichnungen „Wirtschaftseinheit" und „Wirt-

Waldflächen und Bestände, die einem Besitzer gehören und durch einen Wirtschafter nach gemeinsamem Plane bewirtschaftet werden [1]).

Gliedern wir dieses Objekt bezw. seine Bestockung in die letzten wirtschaftlichen Einheiten, so gelangen wir bei allen stark ungleichaltrigen Bestockungsformen des Waldes (Blenderwald, Mittelwald) zum einzelnen Baumindividuum und dem Flächenraum, den es einnimmt, der sich jedoch wirtschaftlich nicht erfassen läßt. Bei den mehr gleichalterigen Formen, den Erzeugnissen ,,schlagbildender" [2]) Betriebe (Schlagweiser Hochwald, Niederwald) dagegen treten die Individuen zu größeren gleichartigen Bestockungseinheiten zusammen, hier bildet der ,,Bestand" (im Sinne der Forsteinrichtung des schlagweisen Hochwalds) und der Flächenraum, den er einnimmt, die letzte wirtschaftliche Einheit. Die Fläche läßt sich hier wirtschaftlich erfassen und spielt eine wichtige Rolle in der ganzen Forsteinrichtung, besonders in der Ertragsregelung.

Die Bezeichnung ,,Bestand" wird in der Forstwissenschaft in doppeltem Sinne — einem weiteren und einem engeren — gebraucht. Im weiteren Sinne setzt man ,,Bestand" gleich Bestockung. In dem hier in Betracht kommenden engeren Sinne dagegen versteht man darunter den für sich abgeschlossenen einheitlich zusammengesetzten Bestockungskomplex, der gleichartig und mehr oder weniger gleichalterig bestockt, sich von seiner Umgebung unterscheidet und eine wirtschaftlich selbständige Form und Größe besitzt. Auch die gleichartige Bestockungseinheit der Wirtschaft, die Unterabteilung, nennt man ,,Bestand". So scheidet man z. B. ,,Bestände" aus, weist ,,Bestände" den Nutzungsperioden zu, treibt ,,Bestandeswirtschaft" im Gegensatz zur ,,Abteilungswirtschaft" usw. Bestände im engeren Sinn bildet nur der schlagweise Hochwald.

Wir können den eingerichteten Wald mit einem Bau, der aus Bausteinen besteht oder mit einem Organismus und seinen Organen vergleichen. Bausteine bezw. Organe sind in der Forsteinrichtung die Bestockungseinheiten — Baum oder Bestand.

Wie nun z. B. die Baustoffe den Bau als Ganzes zusammensetzen und an ihm nach Stoff, Form, Größe, Farbe usw. verschiedene Verwendung finden und auf das Ganze und seine Verfassung Einfluß nehmen, so sind es im einzurichtenden Walde die Bestockungseinheiten und ihre Elementareigenschaften: die Fläche auf der sie stocken nach Form und Ausdehnung, ihre Holzmasse (Vorrat), ihre Massenmehrung (Zuwachs) und ihr Alter, welche die Elemente der Forsteinrichtung bilden und deren Arbeit entscheidend beeinflussen.

Die Fläche, auf der die Einheiten stocken, ist nach Form, Lagerung und Flächenmaß nur erfaßbar beim ,,Bestand", also insbesondere im schlagweisen Hochwald, nicht beim Einzelstamm, also insbesondere nicht im Blenderbetrieb. Die

---

schaftsganzes" halten wir nicht für glücklich, erstere, weil sie mißverständlich ist (als Wirtschaftseinheit bezeichnet man auch die Unterabteilung), letztere, weil sie keinen Plural besitzt.

1) Die Einteilung großer Waldflächen in Inspektions- und Verwaltungsbezirke ist also nicht mehr Gegenstand unseres Wissenszweigs, sie gehört ins Gebiet der Forstverwaltungslehre (XV. des Handbuchs). Dagegen kann selbst die kleinste einem Besitzer gehörende Waldfläche Gegenstand der Forsteinrichtung sein.

2) Wenn wir von ,,Schlag" im Sinne des ,,schlagweisen" Hochwalds sprechen, so verstehen wir in diesem Falle unter dieser Bezeichnung eine bestimmt abgegrenzte Waldfläche — eine Abteilung, eine Unterabteilung oder einen Teil derselben — über die sich unsere Erntetätigkeit innerhalb eines bestimmt begrenzten Zeitraums — eines Jahres: Jahresschlag, einer Wirtschaftsperiode: Periodenschlag — erstreckt, wobei die ganze Fläche vollständig abgeerntet und verjüngt wird.

In einem weiteren Sinne gebraucht man daneben die Bezeichnung auch beim Blenderbetrieb.

Fläche spielt nach Form und Lagerung und auch Ausdehnung die entscheidende Rolle in der räumlichen Ordnung, nach dem Flächenmaß findet sie als Maßstab für den Ertrag auch Berücksichtigung in der zeitlichen Ordnung.

Die Masse tritt hervor im Massengehalt der Bestockungseinheit, dem Vorrat und in deren Massenmehrung, dem Zuwachs. Vorrat und Zuwachs, daneben Flächenmaß und Alter, bilden die Elemente für die zeitliche Ordnung, insbesondere für Bemessung und Verteilung des Waldertrags.

Dabei kommt selbstverständlich als Maßstab für den Ertrag zunächst der Faktor der Masse in Betracht [1]). An seiner Stelle wird jedoch in der Ertragsregelung vielfach der Faktor der Fläche (des Flächenmaßes) substituiert, wobei man voraussetzt, daß der Ertrag an Masse dem Flächenmaß proportional sei. Dies ist natürlich nur sehr bedingt der Fall. Wenn nun die Benützung des Flächenfaktors in der Ertragsregelung trotzdem so beliebt ist, so rührt das daher, daß der Flächengehalt eine sicher festzustellende und festzuhaltende Größe ist, während die Masse in Vorrat und Zuwachs viel schwerer zuverlässig zu ermitteln ist und der Vorrat insbesondere sich durch Ernte und Zuwachs fortgesetzt ändert.

Die Ermittlung dieser Elemente zu lehren, ist Sache von Grund- und Hilfswissenschaften der Forsteinrichtung, der Forstvermessungslehre und der Holzmeßkunde, die unter XI und XII behandelt wurden.

Die wirtschaftlichen Ziele nun, welche die Forsteinrichtung an ihrem Objekt und seinen Teilen zu verfolgen hat, werden bestimmt durch den Willen des Waldbesitzers, dem darum hier einige allgemeine Betrachtungen zu widmen sind. Dieser Wille muß von der Forsteinrichtung sofort zu Beginn ihrer Tätigkeit zweifelfrei festgestellt werden, damit sich die Wirtschaft ihre allgemeinen Ziele stecken kann.

Der Wille kann nun frei, oder aber — ein häufiger Fall — an nachhaltige Wirtschaft (vgl. § 4) oder sonstwie gebunden sein. Und gerade der letztere Fall hat für uns besonderes Interesse, weil den meisten und insbesondere gerade den größten Waldbesitzern kein unbeschränktes Verfügungsrecht über ihr Eigentum zusteht.

Vollkommen frei sind in der Regel nur die kleinen Privatwaldbesitzer, deren Besitz jedoch nur in geringstem Maße Gegenstand der Forsteinrichtung sein kann. Fast alle größeren Waldbesitzer sind in ihrer Verfügungsfreiheit über das Wirtschaftsobjekt beschränkt und zwar:

Der Staat durch seine Grundgesetze, soweit diese den Charakter und die Behandlung des Staatsbesitzes festlegen, wie durch seine öffentlichen Aufgaben.

Die Gemeinden und andere öffentliche Körperschaften durch Körperschaftsforstgesetze usw.

Die Fideikommißbesitzer durch Hausgesetze, Familienverträge usw.

Die Besitzer belasteter Waldungen durch Polizeigesetze, Verträge usw.

Sie alle sind mehr oder weniger ausgesprochen zu nachhaltiger Wirtschaft verpflichtet, eine Verpflichtung, die der ganzen Wirtschaft von vorneherein ihr Gepräge gibt und die Wirtschaftsziele und -Grundsätze entscheidend beeinflußt.

Bei unseren weiteren Betrachtungen wollen wir einen normal gerichteten Willen des Waldbesitzers voraussetzen, d. h. den freien Willen eines guten Haus-

1) Die Ertragsregelung nach dem Werte soll hier außer Betracht bleiben.

vaters oder eines gewissenhaften Verwalters fremden Guts, der dies Gut in möglichst zweckmäßiger und vorteilhafter Weise zu bewirtschaften wünscht im Hinblick auf Gegenwart und Zukunft, und der allen wirtschaftlich begründeten Momenten Rechnung trägt, auch dem allgemeinen Wohle. Er wird vom Forstbetriebe fordern: Wirtschaftlichkeit d. h. lohnende, nutzbringende Verwendung der gesamten Produktionsmittel, und Nachhaltigkeit, d. h. einen gleichmäßig fortdauernden Ertrag, durch den nicht allein der Gegenwart, sondern auch den Bedürfnissen der Zukunft mit gleicher Sorgfalt Rechnung getragen wird.

§ 3. Einteilung des Stoffs. Die Forsteinrichtungslehre zerfällt in einen allgemeinen, theoretischen Teil, der die allgemeinen theoretischen Grundlagen behandelt, und zwar in getrennten Abschnitten die Grundlagen der räumlichen und zeitlichen Ordnung und die Methoden der Ertragsregelung, da die Forsteinrichtung für diese letztere — ihre eigenste Aufgabe — eine große Zahl von Methoden ausgebildet hat; und in einen speziellen, praktischen Teil, der die Aufstellung des Betriebsplans und die in denselben vereinigten Arbeiten lehrt. In einem Anhange sollen endlich die bei einer Anzahl großer Staatsforstverwaltungen ausgebildeten und zur Zeit angewendeten Einrichtungsverfahren kurz dargestellt werden.

I. Teil. **Die allgemeinen theoretischen Grundlagen.**

1. Abschnitt. Die Grundlagen der räumlichen und zeitlichen Ordnung.

I. Die Grundbedingungen des Normalzustands eines Wirtschaftswaldes [1]).

§ 4. Wollen wir einen forstlichen Betrieb zeitlich und räumlich ordnen, so ist es selbstverständlich unsere erste Aufgabe, klar festzustellen, welches

---

1) Nach Auffassung des Bearbeiters pflegt man in der Forstwissenschaft, insbesondere nach dem Vorgange Carl Heyers, an den wirtschaftlichen „Normalzustand" viel zu hohe Anforderungen zu stellen.

In einer Wissenschaft, die sich, wie die unsrige, mit einem Gebiete menschlicher Wirtschaftstätigkeit beschäftigt, wird es sich sehr empfehlen, bei Betrachtung jedes Glieds der Wirtschaft streng zu trennen:

1. denjenigen Zustand, der das reale Ziel der Wirtschaft darstellt, den die wirtschaftliche Norm fordert und den wir darum mit allen wirtschaftlich erlaubten Mitteln, auch mit Opfern, anstreben müssen — den Normalzustand, und

2. denjenigen Zustand, in dem die reine Idee der Sache, das zugrunde liegende Prinzip in vollkommenster Weise zum Ausdruck kommt, der uns als Ideal vorschwebt, — den Idealzustand.

Das wirtschaftliche Normalbild soll den Zustand darstellen, der dem wirtschaftlichen Bedürfnis in vollem Maße genügt, denn weiter darf dann die Wirtschaft in dem stets mit gewissen Opfern verbundenen Streben nach ihrem Ideale nicht gehen. Im Idealzustand dagegen suchen wir das zugrunde liegende Prinzip selbst zu verkörpern, er bildet für uns nur ein insbesondere didaktischen Zwecken dienendes Schema, das uns in der Wirtschaft wohl als Höchstes und Letztes vorschwebt, frei vom Schwergewicht der Wirklichkeit, das wir aber eben darum weder verwirklichen können noch wollen.

Der durch die Forstwissenschaft zu lehrende Normalzustand des Waldes und der Wirtschaft nach irgend einer Seite hin muß also nicht allein wirtschaftlich erreichbar sein, sondern er muß auch als reales Ziel unserer Wirtschaft vor uns stehen. Es ist die Aufgabe der Wirtschaft, den Normalzustand herzustellen!

Damit wird nun aber ohne weiteres klar, daß es ein großer Fehler ist, wenn — zumal dem Lernenden gegenüber — Zustände als „normal" vorgeführt werden, die eine rein schematische Konstruktion darstellen und die darum bei vernünftiger Wirtschaft für eine Verwirklichung garnicht in Frage kommen. Sie dürfen in der Wirtschaft schon darum niemals angestrebt werden, weil dem Aufwand, den ihre Verwirklichung verursachen würde, keinerlei entsprechende Vorteile gegenüberstehen, gehen sie doch über das hinaus, was für das volle Er-

der beste und zweckmäßigste Zustand ist, bei dem sich die gegebenen Wirtschaftsziele am sichersten und vorteilhaftesten verwirklichen lassen, welchem Zustande somit die Forsteinrichtung zustreben muß.

Als Wirtschaftsziele sind uns bei volkswirtschaftlich normalen Verhältnissen gesetzt:

1. höchster Reinertrag der Wirtschaft (Wirtschaftlichkeit),
2. nachhaltiger Ertrag (Nachhaltigkeit).

Dem Prinzip der Wirtschaftlichkeit wird Genüge geleistet, wenn der Betrieb bei angemessener Verzinsung aller übrigen Produktionskapitalien dem Boden eine möglichst hohe Rente abgewinnt.

In bezug auf die Art der Ertragslieferung aus der Nutzung des erntereifen Holzes stehen sich in der Forstwirtschaft zwei Formen gegenüber, deren Vorhandensein darin seinen Grund hat, daß sich der Produktionszeitraum über viele Jahre erstreckt.

1. Der aussetzende Betrieb, bei dem die Produktion gleichzeitig auf der gesamten Fläche oder größeren Teilen derselben einsetzt, und abschließt, so daß sich Enderträge nicht häufig und regelmäßig wiederkehrend, sondern immer nur dann ergeben, wenn die Bestockung hiebsreif geworden ist. Jedes Waldstück wird zur Zeit seiner Hiebsreife abgeholzt, ohne Rücksicht auf Höhe oder zeitliche Verteilung des Ertrags.

2. Der jährliche Betrieb, bei dem die Produktion auf Lieferung alljährlicher Enderträge abgestellt ist, bei dem also alljährlich auf Teilen der Fläche die Produktion durch Ernte abgeschlossen und durch Verjüngung wieder neu begonnen wird.

Diesen jährlichen Betrieb nun nennen wir dann einen nachhaltigen, wenn er auf die dauernde Lieferung möglichst gleich hoher jährlicher Erträge abgestellt ist.

Die vorstehende Auffassung des Nachhaltbetriebs entspricht derjenigen Hundeshagens (Enzyklopädie 3. A. II S. 103 ff.) und der älteren Literatur, sowie dem allgemeinen Sprachgebrauch, der als „nachhaltige Wirtschaft" auch heute noch eine solche bezeichnet, die auf dauernde Ertragsausgleichung ausgeht, während Carl Heyer und nach ihm Judeich einen anderen Nachhaltbegriff in die Literatur einführten.

Heyer unterscheidet (Waldertragsregelung 3. A. S. 3) folgende „Arten des Nachhaltbetriebs":

1. Ein Wald soll nicht alljährlich einen Haubarkeitsertrag liefern sondern nur in denjenigen Jahren, in denen Bestände die Hiebsreife erreichen — „aussetzender Betrieb".
2. Ein Wald soll alljährlich einen Haubarkeitsertrag abwerfen, — „jährlicher oder strenger Nachhaltbetrieb".

Bei diesem können die jährlichen Nutzungen entweder:

a) in der Höhe von einander abweichen — „strengerer Nachhaltbetrieb", oder
b) sie sollen einander — dem Material oder Geldbetrage nach — möglichst gleichstehen — „strengster Nachhaltbetrieb" —.

---

reichen des wirtschaftlichen Zwecks notwendig ist. Ihnen nachzustreben würde „Opfer" im wahren Sinne des Worts, d. h. Hingabe ohne Entgelt fordern.

Vgl. auch: Wagner, Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde, 2. Aufl., S. 6. Nossek, Weißkirchener forstl. Blätter, 1902, Heft 1, S. 117.

Und Judeich sagt, indem er im übrigen die Einteilung Heyers übernimmt, in seinem Lehrbuch der Forsteinrichtung (6. A. 1904) auf Seite 3: „Ein Wald wird nachhaltig bewirtschaftet, wenn man für die Wiederverjüngung aller abgetriebenen Bestände sorgt, so daß dadurch der Boden der Holzzucht dauernd erhalten bleibt.“

Aus dem Vorstehenden geht deutlich hervor, daß in der Forstwissenschaft zwei verschiedene Nachhaltbegriffe nebeneinander bestehen:

1. Die Nachhaltigkeit der Holzlieferung (des Rentenbezugs!) aus dem Walde, als engerer und älterer Begriff, an dem heute noch der allgemeine Sprachgebrauch festhält, und
2. die Nachhaltigkeit der Holzerzeugung im Walde, als weiterer und neuerer Begriff (Carl Heyer und Judeich).

In dem Wort „Nachhaltigkeit“ haben wir somit eine jener mehrdeutigen Bezeichnungen vor uns, an denen unsere junge Wissenschaft leider so reich ist.

Da man nun aber in der Forstwirtschaft den Begriff der „Nachhaltigkeit“ vorwiegend nur auf dem Gebiete der Ertragsregelung gebraucht, wo es sich um zeitliche Ertragsverteilung und die hiebei anzuwendenden Grundsätze handelt, so hält es der Bearbeiter für keinen glücklichen Griff Karl Heyers[1]), daß er gerade auf dem Gebiet der Waldertragsregelung den vor ihm geltenden [2]) engeren Nachhaltbegriff auf die Nachhaltigkeit der Holzerzeugung erweitert hat, denn diese letztere drückt lediglich einen Gegensatz zu vorübergehender forstlicher Benützung des Bodens oder zum Raubbau aus. — Wirtschaftsgrundsätze, die, zumal bei der Ertragsregelung, doch wohl immer außerhalb des Gesichtskreises einer geordneten Forstwirtschaft liegen. Im Gegensatz dazu braucht die Ertragsregelung notwendig eine kurze Bezeichnung für den hier sehr wichtigen Grundsatz eines dauernd gleichmäßigen Holzbezugs aus dem Wald, sie braucht den Nachhaltbegriff im engeren Sinn. Wir werden daher weiterhin nicht dem unseres Erachtens zu sehr verwässerten Nachhaltbegriff Karl Heyers (und nach ihm Judeichs) mit seinen Abstufungen, sondern dem allgemeinen Sprachgebrauch folgen — der sich auch in diesem, wie in anderen Fällen (Fachwerk!) durch das richtige Gefühl hat leiten lassen, und wollen hier unter Nachhaltigkeit kurzweg diejenige des Holzbezugs aus dem Walde verstehen, die selbstverständlich auch die Nachhaltigkeit der Holzerzeugung (also Wiederanbau abgeholzter Flächen und Bodenpflege) in sich schließt.

Der Begriff der Nutzung bezieht sich beim Nachhaltbetrieb nur auf die Holzmasse, die ideale Form im Sinne gleicher Werte läßt sich wohl theoretisch entwickeln, ist aber praktisch ohne Bedeutung, da dieselbe Holzmenge nach Verschiedenheit der Sortimente, aus denen sie besteht, dann nach dem Wechsel der Marktpreise sehr verschiedene Gelderträge gewährt.

Das Streben nach nachhaltiger Wirtschaft ist so alt, wie die Forstwirtschaft selbst, denn nachhaltige Wirtschaft ist in gewissem Maße eine Notwendigkeit für jeden forstlichen Großbetrieb und dieser hat ihr auch nicht ohne Grund schon große Opfer gebracht, während beim Kleinbetriebe Nachhaltigkeit nur im Versorgungswald notwendig erscheint, nicht auch im Erwerbswald.

Für den forstlichen Großbetrieb läßt sich die Forderung der Nachhaltigkeit mit folgenden Gründen stützen:

1. mit dem privatwirtschaftlichen Interesse des Besitzers, aus seinem Gute entweder fortgesetzt seinen eigenen Holzbedarf zu erhalten, oder aber, eine dauernd gleichmäßig fließende Rente zu beziehen.

Dieses Interesse tritt besonders scharf hervor einmal, wo mit dem Forstbetriebe andere holzverbrauchende Betriebe (Landwirtschaft, Sägewerke, Salinen, Bergwerke usw.) desselben Besitzers unmittelbar verbunden sind; und dann da, wo der Besitz die Eigenschaft des Fideikommisses hat, wo also der jeweilige Inhaber nur zum Genusse der Früchte (des laufenden Ertrags) des Gutes berechtigt ist, dagegen die Verpflichtung hat, das Gut in ungeschmälertem Werte und voller Ertrags-

1) C. Heyer, Waldertragsregelung 1. A., S. 4.
2) Vgl. Hundeshagen, Enzyklopädie, 3. A. II, S. 103.

fähigkeit dem Rechtsnachfolger zu überweisen und dadurch den dauernden Bezug einer möglichst hohen Rente zu sichern.

2. Mit dem allgemeinen volkswirtschaftlichen Interesse daran, daß ein zu den unentbehrlichen menschlichen Lebensbedürfnissen zählendes, dabei vielfach schwer auf größere Entfernungen zu beförderndes Erzeugnis, wie das Holz, in jeder Gegend dem Markte und damit der Bevölkerung alljährlich in einer dem Bedarf entsprechenden Menge dauernd zur Verfügung stehe.

Dieses Interesse war in früheren Zeiten infolge der beschränkten Transportmöglichkeit, des Fehlens der Steinkohle und wichtiger Ersatzmittel beim Hochbau usw. so groß, daß die „Furcht vor Holznot" selbst die Regierungen zu weitgehender gesetzlicher Beschränkung der Waldbesitzer in bezug auf Benützung ihrer Wälder veranlaßte. Der wachsende Verkehr, die Verbreitung der Steinkohle und vieler anderer Ersatzmittel haben dieses Interesse in neuerer Zeit mehr und mehr zurückgedrängt, ohne es jedoch, zumal für bestimmte Gegenden und verschiedene Holzsorten ganz aufzuheben.

Dazu kommt das Interesse der Bevölkerung insbesondere von Waldgegenden an fortlaufender Arbeitsgelegenheit im Walde.

Diese volkswirtschaftlichen Momente sind besonders bei den waldbesitzenden öffentlichen Körperschaften (Staat, Gemeinde, Stiftung) für das Festhalten an nachhaltiger Wirtschaft mitbestimmend.

3. Mit dem forsttechnischen wie ökonomischen Bedürfnisse eines stetigen Betriebs.

Dasselbe tritt auf mehreren Gebieten scharf hervor. Eine gleichmäßige Verteilung der Arbeiten im Forstbetrieb liegt schon im Interesse einer fortdauernden und gleichmäßigen Beschäftigung aller im Betrieb tätigen Personen, des Wirtschaftspersonals, wie der Arbeiter.

Die Erhaltung oder Schaffung einer geübten und zuverlässigen, am Orte ansässigen Arbeiterschaft, die das volle Arbeitsmaß des Betriebs fortlaufend zu bewältigen vermag, gehört zu den wichtigsten Aufgaben einer rationellen Forstwirtschaft, denn dadurch wird die zeitweilige Heranziehung ungeübter oder fremder und daher teuerer und weniger zuverlässiger Arbeiter vermieden. Nur eine nachhaltige Wirtschaft vermag sich einen Stamm geübter ansässiger Arbeiter zu erhalten, der auch in außerordentlichen Fällen (Waldkatastrophen) sofort zur Verfügung steht.

Und dann verlangt der Markt, zumal für die nur örtlich absetzbaren Holzsorten, eine Berücksichtigung der durch den laufenden Bedarf der Bevölkerung bestimmten Nachfrage im Interesse einer guten Preisbildung.

Endlich aber entspricht die Stetigkeit des Wirtschaftsbetriebs in hohem Maße dem waldbaulichen Interesse. Die Natur ist allen plötzlichen Eingriffen abgeneigt und fordert Stetigkeit, wo auf ihre intensive und unentgeltliche Mitwirkung Wert gelegt wird, zumal bei der Naturverjüngung.

Eines Mittels zur Sicherstellung nachhaltiger Nutzung muß hier Erwähnung getan werden, es ist die sog. „Forstreserve", bestehend in Aufspeicherungen von Betriebskapital in Form von Holzvorräten oder Geldkapitalien, die bereitgehalten werden, um im Falle eines Ausfalls in der jährlichen Rente die Lücke zu füllen.

In früherer Zeit wurde fast ausschließlich die Form der „Holzreserven" in der forstlichen Literatur empfohlen [1]) und in der Praxis angewendet. Sie wurden als notwendig erachtet gegen Störungen der Nachhaltigkeit durch äußere schä-

1) Vgl. Heyer, Waldertragsregelung, 3. A. S. 72 ff.

digende Einflüsse aller Art, durch den Waldbesitzer (Ueberhauungen infolge besonderen Bedarfs an Holz oder Geld), oder durch die Wirtschaft selbst (Fehler in Ermittlung des nachhaltigen Hiebsatzes usw.).

Man unterschied innerhalb der Holzreserven: „Stehende Reserven" (Zurückstellung von besonders ausgewählten Reservebeständen) und „Fliegende Reserven" (Zurückstellung eines Teils der Nutzungsmassen bei Festsetzung des Etats, was einer Erhöhung der Umtriebszeit gleichkam).

In neuerer Zeit hat man das ökonomisch und forsttechnisch Nachteilige der Holzreserven erkannt und ist zur Form der „Geldreserven" übergegangen, die in sogen. „Forstreservefonds" aufbewahrt werden. Diese können verschiedenen Zwecken (einzeln oder gleichzeitig) dienen:

1. Der Aufnahme von Teilen des Produktionskapitals, die als überflüssig aus ökonomischen Gründen oder sonstwie dem Walde entnommen wurden und die sichergestellt werden sollen (Uebervorräte, Waldverkäufe). Diese Beträge müßten als Grundstockskapital weiterverwaltet, und dieser Eigenschaft entsprechend verwendet werden, insbesondere für Grundstocksaufwand im Forstbetriebe selbst (Waldankäufe, Bau dauernder Transportmittel, sonstige dauernde Verbesserungen usw.);
2. der Aufbewahrung vorzeitig vereinnahmter Erträge, die zur Deckung der Ausfälle späterer Perioden zu dienen hätten (Naturereignisse, abnormes Altersklassenverhältnis);
3. dem Ausgleich schwankender laufender Nutzungen, wo das Bedürfnis einer gleichhohen jährlichen Geldrente vorliegt (Ausgleich der jährlichen Schwankungen der Holzpreise), oder wo die Verwaltung der Nachfrage auf dem Markte durch entsprechenden (ungleichen) Ansatz der Jahresnutzung Rechnung tragen will.

Die Gründung von Forstreservefonds hat heute, wo die großen Forstverwaltungen mehr und mehr zur Reinertragswirtschaft übergehen, erhöhtes Interesse erlangt, macht doch diese Wirtschaft durch Einführung ökonomisch begründeter Produktionszeiträume vielfach Vorratsmassen im Walde entbehrlich, die nicht der laufenden nachhaltigen Rente zugehören; auch geht sie von dem Grundsatze aus, daß, soweit als möglich, alles Holz dann geerntet werden soll, wenn es finanziell hiebsreif ist. Die Reinertragswirtschaft läßt sich mit dem Nachhaltprinzip nur voll in Einklang bringen beim Vorhandensein eines Forstreservefonds. Daher ist auch dieser Gegenstand in der neueren und neuesten Literatur vielfach behandelt worden.

Literatur: Stötzer, Ueber die Konsequenzen der Reinertragslehre, A. F.- u. J.-Z. 1880, S. 258 ff. Weise, Die Taxation der Privat- und Gemeindeforste nach dem Flächenfachwerk, 1883, und: Zur zeitgemäßen Betriebsregelung, Z. f. F. u. J., 1908, S. 3. Räß, Die Waldertragsregelung gleichmäßigster Nachhaltigkeit in Theorie und Praxis, 1890. Wagner, Der Reservefonds der württ. Staatsforste, F. Cbl. 1910, S. 20. Eberhard, ebenso A. F.- u. J.-Z., 1910, S. 293. Weber, Zur Bildung von Reserven in der Forstwirtschaft, ebda. S. 360. E. Speidel, Forsteinrichtung und Reservebildung, 1910. Müller, Das württ. Reservefondsgesetz vom 25. Juli 1910, A. F.- u. J.-Z., 1911, S. 41.

Der Nachhaltsbetrieb ist nun allerdings nicht immer Notwendigkeit der Waldwirtschaft. Die Aufgabe der Forsteinrichtung kann also auch nicht lediglich darin bestehen, einen Wald diesem Ziele zuzuführen. Die Ordnung der Wirtschaft soll aber so weit unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit erfolgen, als es bestimmte Waldverhältnisse, namentlich die mehr oder weniger regelmäßige Versorgung des Marktes mit Holz überhaupt oder mit bestimmten Sortimenten und die Erhaltung eines tüchtigen Waldarbeiterstandes fordern, welch letztere ohne Gewährung regelmäßig dauernder Arbeit nicht möglich ist.

Sehr kleine, im einfachsten aussetzenden Betriebe zu bewirtschaftende Wälder bedürfen keiner förmlichen Forsteinrichtung, deren Aufgabe wird sich hier in der Hauptsache auf Ermittelung des zweckmäßigsten Abtriebsalters für Haupt- und Zwischenbestand beschränken können.

Man hat daran festzuhalten, daß auch der nachhaltig bewirtschaftete Wald aus einzelnen Beständen oder Bestandsgruppen zusammengesetzt wird, die für sich betrachtet im aussetzenden Betriebe bewirtschaftet werden.

Der Weg zu nachhaltig geordnetem Betriebe ist die Herstellung des Normalzustandes.

Dieser Normalzustand bezieht sich:

1. auf die räumliche Betriebsordnung, d. h. auf die Art der Hiebsführung (Schlagform und Hiebsart) und damit Altersklassenlagerung, sowie auf die Waldeinteilung und die Aufschließung des Waldes durch Transportmittel.

Der Normalzustand des Waldes in räumlicher Beziehung ist dann gegeben, wenn durch den Aufbau des Waldes nach Altersklassen und Holzarten und das entsprechende räumliche Vorgehen bei Ernte, Verjüngung und Erziehung des Holzes allen örtlich im Sinne des Wirtschaftsziels begründeten Forderungen der Produktionslehre in bester Weise entsprochen wird, wenn der Wald den Bedürfnissen des Betriebs entsprechend eingeteilt und für den Verkehr in bester Weise aufgeschlossen ist (vergl. des Bearbeiters Ausführungen in den Schriften: „Die Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde“ und „Der Blendersaumschlag und sein System“).

Der Normalzustand bezieht sich ferner:

2. auf die zeitliche Betriebsordnung, und zwar: auf die Bemessung des allgemeinen Produktionszeitraums (Umtrieb) und auf den Abschluß der Produktion beim einzelnen Wirtschaftsobjekt (spezielle Produktionszeit, Hiebsreife), auf die Bedingungen für Einhaltung vollster Nachhaltigkeit der Ernte (Vertretung der Altersklassen, Massenvorrat und Massenmehrung).

Der Normalzustand in zeitlicher Hinsicht ist dann gegeben, wenn der allgemeine Produktionszeitraum ökonomisch richtig gemessen und alle Bedingungen für Einhaltung der besten speziellen Produktionszeit in jedem einzelnen Falle gegeben sind, wenn alle Altersklassen in gleichwertiger Ausdehnung vertreten (normales Altersklassenverhältnis) und damit das Holzvorratskapital in der für nachhaltige Nutzung erforderlichen Höhe vorhanden ist (normaler Vorrat) und gleichzeitig bestmögliche Massenmehrung zeigt (normaler Zuwachs).

Die letztgenannten Merkmale des Normalzustands: normale Altersklassen, normaler Vorrat und normaler Zuwachs sind diejenigen, die Carl Heyer und nach ihm alle späteren Autoren in den Vordergrund stellten, ja meist allein hervorhoben. Einen mit diesen Eigenschaften behafteten Wald jedoch schlechthin „Normalwald“ zu nennen, scheint uns schon darum nicht gerechtfertigt und zum mindesten für den Unterricht gefährlich, weil die Merkmale lediglich diejenigen normaler zeitlicher Ordnung, ja nur der Nachhaltigkeit sind, denn auch der Wirtschaftlichkeit ist nicht Rechnung getragen. Wenn nun zwar Heyer auch der „normalen Altersstufenfolge“ gedenkt, so geschieht dies doch nur im Hinblick auf die ungestörte zeitliche Folge der Hauungen. Und der normale Zuwachs umschließt stillschweigend die Normalität der gesamten Produktionsbedingungen.

Judeich sagt über den Normalzustand im üblichen Sinne:

Zur Erforschung der inneren Gesetze der Waldwirtschaft erdachte man sich schon zu Ende des 18. Jahrh. künstliche Waldzustände in einfachster Form, die unbeeinflußt von allen den Betrieb störenden Ereignissen blieben. Für jede Art des Betriebes läßt sich ein solcher Waldzustand denken, der vollkommen allen Anforderungen der Waldwirtschaft entspricht; einen solchen Wald nennt man Normal-

wald. Er dient uns zunächst dazu, die inneren Gesetze der Waldwirtschaft zu erforschen und gewährt uns ferner für dieselbe ein ideales, nicht ganz erreichbares Ziel.

Setzen wir die den gegebenen Verhältnissen entsprechenden Holzarten voraus, so ist der Normalzustand eines Waldes bedingt durch das Vorhandensein des normalen Zuwachses, des normalen Altersklassenverhältnisses und des normalen Vorrates.

Unter normalem Zuwachs versteht man den nach den gegebenen Standortsverhältnissen für eine bestimmte Holzart und einen bestimmten Umtrieb möglichen Zuwachs jedes einzelnen Bestandes, sowie des ganzen Waldes. Abnormitäten erscheinen z. B. als Folge mangelhafter Bestandsgründung oder schädigender Elementarereignisse, sowie durch unverhältnismäßiges Ueberwiegen einzelner Altersklassen.

Das normale Altersklassenverhältnis ist gleichbedeutend mit der normalen Altersstufenfolge der Bestände nach Größe und Verteilung. Das heißt, die einzelnen Bestände müssen so gruppiert sein, daß dem Gange des Hiebes nirgends Hindernisse in den Weg treten, weder dadurch, daß er unreife Bestände trifft, noch dadurch, daß er reife Orte nicht rechtzeitig erreichen kann.

Der normale Holzvorrat ist jener, den ein Wald besitzt, dessen sämtliche, im normalen Altersklassenverhältnisse geordnete Bestände normalen Zuwachs haben. Er kann jedoch auch bei einem abnormen Waldzustande vorhanden sein, wenn zufälliger Weise das Minus einzelner Bestände durch das Plus anderer ausgeglichen wird.

Für den Nachhaltsbetrieb mit u jährigem Umtriebe ist also der Zustand eines Waldes normal, wenn sich dieser aus einer Reihe von u Beständen derartig zusammensetzt, daß jedes Jahr ein u jähriges Glied mit demselben Massenertrage zum Abtriebe gelangen kann. Auf die Vornutzungen pflegt man die Normalität nicht auszudehnen.

Im finanzwirtschaftlichen Sinne würde für die Erfüllung der Normalität noch die Bedingung hinzutreten, daß sich kein Bestand in dem Wald fände, dessen Weiserprozent unter Voraussetzung des normalen Massenzuwachses unter den Wirtschaftszinsfuß gesunken ist.

II. Der Zuwachs.

§ 5. Der Waldertrag entsteht durch allmähliche Holzbildung an der vorhandenen Bestockung infolge des Wachstums der Baum-Individuen während der Vegetationszeit — Zuwachs. Dieser Zuwachs bildet das wichtigste Element der zeitlichen Ordnung des Betriebs.

An jedem Baum oder Bestand erfolgt ein Massenzuwachs, ein Qualitätszuwachs, ein Teuerungszuwachs.

1. Der Massenzuwachs.

Dieser bedeutet die Vermehrung der vorhandenen Holzmasse durch das jährliche Wachstum des Baumes oder Bestandes.

Zu unterscheiden sind:

Der laufend jährliche oder einjährige Zuwachs, der innerhalb eines Jahres erfolgt.

Der periodische Zuwachs, der innerhalb eines mehrjährigen Zeitabschnittes erfolgt. Bei kurzen, etwa 5—10jährigen Perioden ist der aus dem periodischen Zuwachse ermittelte jährliche Zuwachs dem laufend jährlichen annähernd gleich, man setzt ihn daher in der Regel an dessen Stelle, weil der Zuwachs eines

einzelnen Jahres schwer zu ermitteln ist und von allerlei zufälligen Momenten, insbesondere der Witterung des einzelnen Jahres abhängt.

Der summarische oder Gesamtalterszuwachs. Dieser erfolgt in der Zeit von der Entstehung des Baumes oder Bestandes bis zu einem bestimmten Alter. Derselbe kann auch auf die Zeit von der Entstehung des Baumes oder Bestandes bis zu dessen Abtriebe bezogen werden.

Der Durchschnittszuwachs oder gemeinjährige Zuwachs. Er ist der Quotient aus der Zahl der Jahre eines unterstellten Zeitraumes in den während des letzteren erfolgten Zuwachsbetrag. Daher ist zu unterscheiden: Periodischer und Gesamtalters-Durchschnittszuwachs; bezieht man ihn auf das Abtriebs- oder Haubarkeitsalter, so nennt man ihn Haubarkeits-Durchschnittszuwachs.

Die Zuwachsberechnungen kann man entweder nur auf die Masse des Hauptbestandes, oder nur auf die des Zwischenbestandes, oder auf die Summe von beiden beziehen.

Beispiele aus nachstehender Ertragstafel[1]) für Fichte.

Fichte. III. Ertragsklasse.

a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p	q	r	s
	Hauptbestand						Zwischenbestand					Gesamtbetrag					
			Zuwachs					Zuwachs				Ges.-Masse		Zuwachs			
Bestandes-Alter	Mittlere Höhe	Gesamtmasse	periodischer	laufender $\frac{d}{10}$	durchschnittlicher $\frac{c}{a}$	Prozent	Gesamtmasse	periodischer	laufender $\frac{i}{10}$	durchschnittlicher $\frac{m}{a}$	Summe bis zum Bestandes-Alter	$c+h$	$c+m$	periodischer $d+i$	laufender $\frac{p}{10} = e+k$	durchschnittl. $\frac{o}{a} = f+l$	Prozent
Jahre	m	Festmeter					Festmeter					Festmeter					
20	2.0	54			2.70		—			—	—	54	54			2.70	
30	4.8	113	59	5.90	3.77	7.66	21	21	2.10	0.70	21	134	134	80	8.00	4.47	9.51
40	7.8	193	80	8.00	4.82	5.50	25	25	2.50	1.15	46	218	239	105	10.50	5.97	6.79
50	11.2	297	104	10.40	5.94	4.40	30	30	3.00	1.52	76	327	373	134	13.40	7.46	5.41
60	14.7	394	97	9.70	6.57	2.87	35	35	3.50	1.85	111	429	505	132	13.20	8.42	3.75
70	18.0	482	88	8.80	6.89	2.04	39	39	3.90	2.14	150	521	632	127	12.70	9.03	2.83
80	20.7	559	77	7.70	6.99	1.49	36	36	3.60	2.32	186	595	745	113	11.30	9.31	2.13
90	22.6	620	61	6.10	6.89	1.04	33	33	3.30	2.43	219	653	839	94	9.40	9.32	1.57
100	24.2	674	54	5.40	6.74	0.84	30	30	3.00	2.49	249	704	923	84	8.40	9.23	1.28
110	25.3	720	46	4.60	6.55	0.66	24	24	2.40	2.48	273	744	993	70	7.00	9.03	0.99
120	26.1	760	40	4.00	6.33	0.54	18	18	1.80	2.43	291	778	1051	58	5.80	8.76	0.78

Hauptbestand: Inhalt des 60jährigen Bestandes 394, des 70jährigen 482 fm. Periodischer Zuwachs (Spalte *d*) daher 482—394 = 88 fm; laufender Zuwachs (Spalte *e*) $\frac{88}{10} = 8{,}8$ fm; Durchschnittszuwachs (Spalte *f*) des 70jährigen Bestandes $\frac{482}{70} = 6{,}89$ fm.

Summe des Haupt- und Zwischenbestandes: Periodischer Zuwachs (Spalte *p*) vom 60. bis 70. Jahre $88 + 39 = 521 - 394 = 632 - 505 = 127$ fm; laufender Zuwachs in derselben Zeit $\frac{127}{10} = 8{,}8 + 3{,}9 = 12{,}7$ fm; Durchschnittszuwachs (Spalte *r*) des 70jährigen Bestandes $\frac{632}{70} = 6{,}89 + 2{,}14 = 9{,}03$ fm.

---

1) Von der königl. preußischen Versuchsanstalt wurden 1886 durch Vorerträge ergänzte Tafeln für Buche, Kiefer und Fichte berechnet. Hiervon ist eine, nämlich die für Fichte, III. Ertragsklasse, für die folgenden Beispiele benutzt, wobei nur die Rubrik der Zuwachs-Prozente zugefügt wurde. Diese Tafeln selbst geben übrigens die Erträge getrennt nach Derbholz und Reisig an. Mit Rücksicht auf die später folgenden Lehrbeispiele sei hier die Bonitätstafel für Fichte vollständig angefügt.

§ 6. Die Gesetze des Massenzuwachses, die übrigens noch nicht vollständig erforscht sind, bespricht die Abhandlung über Holzmeßkunde; hier sei nur kurz folgendes hervorgehoben, da es für manche Fragen der Ertragsregelung besonders wichtig ist.

Es ist selbstverständlich[1]), daß der Durchschnittszuwachs so lange steigen muß, solange der laufende Zuwachs noch über ihm steht, und daß er deshalb sein Maximum erreicht, sobald beide Grössen gleich geworden sind, von welchem Zeitpunkte an der laufende Zuwachs unter den durchschnittlichen sinkt. Der Forstwirt, der das Ziel der höchsten Massenerzeugung verfolgt, muß jenen Umtrieb (§ 11) zu erreichen suchen, der mit den Jahren des höchsten Durchschnittszuwachses zusammenfällt.

Da wir über die Gestaltung des Znwachses am Zwischenbestand noch wenig bestimmtes wissen, also den Zeitpunkt seiner Kulmination nicht genau kennen, so läßt sich auch nicht sicher angeben, ob der höchste Stand des Durchschnittszuwachses für die Summe des Haupt- und Zwischenbestandes früher oder später eintritt, als für den Hauptbestand allein. Gewöhnlich wird der Durchschnittszuwachs des Zwischenbestandes etwas eher seinen höchsten Stand erreichen, als der des Hauptbestandes, den Zeitpunkt des Gesamtdurchschnittes deshalb herabdrücken. Es haben hierauf auch wirtschaftliche Maßregeln einen unmittelbaren Einfluß. Frühzeitig eingelegte starke Durchforstungen können wohl bewirken, daß die Kulmination des Durchschnittszuwachses für den Zwischenbestand, sonach auch für den Gesamtbetrag zeitiger eintritt, als für den Hauptbestand allein. Im großen ganzen wird indessen der Einfluß des Zwischenbestandes auf das frühere oder spätere Eintreten des höchsten Durchschnittszuwachses des Gesamtbetrages meist ein unerheblicher sein.

§ 7. Das Massenzuwachs-Prozent braucht der Forstwirt sowohl zur Ermittlung künftiger Erträge aus den jetzt vorhandenen Massen (Ertragsregelung), als auch dazu, die Tätigkeit der Wirtschaftskapitale zu messen (Forststatik).

Wächst ein Baum oder Bestand in einem Jahre von der Masse m auf die Masse M, so ist sein Zuwachs $z = M - m$ und sein Zuwachsprozent $p = \frac{100 \cdot z}{m}$. Dieser Quotient wird von Jahr zu Jahr kleiner, denn der Divisor m wächst jährlich um einen ganzen Jahreszuwachs, während z nur den laufenden Zuwachs eines Jahres bedeutet, der schon frühzeitig zu sinken beginnt. Ausnahmsweise können allerdings

---

Alter	1. Bon.	2. Bon.	3. Bon.	4. Bon.	5. Bon.
Jahre	Festmeter				
10	6	12	18	30	40
20	16	35	54	83	152
30	33	73	113	172	294
40	52	128	193	281	446
50	75	195	297	405	603
60	102	263	394	549	743
70	126	323	482	663	853
80	144	367	559	750	924
90	156	403	620	817	982
100	165	437	674	867	1029
110	173	462	720	910	1068
120	181	480	760	950	1100

Die heute veraltete Tafel wurde mit Rücksicht auf die zahlreichen Zahlenbeispiele, die sich auf sie gründen, beibehalten.

1) Vergleiche übrigens Jäger in A. F. u. J.Z. 1841. S. 177. — Baurs „Holzmeßkunde". 4. Aufl. 1891. S. 439. — G. Heyer: „Handbuch der forstlichen Statik". 1871. S. 126.

Maßregeln der Bestandspflege, z. B. Durchforstungen, das Zuwachsprozent heben oder wenigstens dessen Sinken verlangsamen, indem sie z heben, m aber vermindern.

Bezieht man p nicht auf m, sondern auf M, so erhält man in dem Ausdruck $\frac{100 \cdot z}{M}$ annähernd das wahrscheinliche Zuwachsprozent der nächstfolgenden Zeit.

Für längere Zeit ist die sogenannte einfache Zinsrechnung nicht anwendbar, sondern M ist nichts anderes als der njährige Nachwert von m, also $M = m \cdot 1{,}0p^n$ und daraus folgt

$$p = 100\left(\sqrt[n]{\frac{M}{m}} - 1\right).$$

Einfacher als mit Hilfe dieser Formel ermittelt man p aus der Gleichung $1{,}0p^n = \frac{M}{m}$ unter Verwendung der Nachwertstafeln, wie sie in jedem Lehrbuch der Waldwertrechnung, sowie im Forst- und Jagdkalender zu finden sind. Man führt die Division $\frac{M}{m}$ aus und sucht das Ergebnis in der für n Jahre angegebenen Reihe von $1{,}0p^n$ auf. Das zugehörige Verzinsungsprozent ist dann = p. (Vgl. Endres, Lehrbuch der Waldwertrechnung und Forststatik 2. A. S. 41).

Eine sehr zweckmäßige Näherungsformel, die eine logarithmische Rechnung ebenfalls erspart, fand Preßler, indem er p auf das arithmetische Mittel aus M und m bezog. Aus der Proportion

$$\frac{M+m}{2} : \frac{M-m}{n} = 100 : p$$

berechnet sich

$$p = \frac{M-m}{M+m} \cdot \frac{200}{n}.$$

Diese Formel liefert stets ein etwas zu kleines Resultat, genügt aber vollständig, wenn p und n nicht sehr groß sind [1]).

Fallen während des Zeitraumes n noch Vornutzungen aus, so sind diese in ihrem einfachen Betrage M zuzurechnen.

Die Spalten *g* und *s* der in § 5 mitgeteilten Ertragstafel weisen die Zuwachsprozente von Jahrzehnt zu Jahrzehnt für den Hauptbestand und für die Summe des Haupt- und Zwischenbestandes, den Gesamtbetrag, nach.

z. B. vom 50.—60. Jahre:

Für den Hauptbestand $p = 100\left(\sqrt[10]{\frac{394}{297}} - 1\right) = 2{,}87.$

Für den Gesamtbetrag $p = 100\left(\sqrt[10]{\frac{394 + 35}{297}} - 1\right) = 3{,}75.$

Die Näherungswerte lauten:

Für den Hauptbestand $p = \frac{394 - 297}{394 + 297} \cdot \frac{200}{10} = 2{,}81.$

Für den Gesamtbetrag $p = \frac{394 + 35 - 297}{394 + 35 + 297} \cdot \frac{200}{10} = 3{,}64.$

Preßler fand folgendes Gesetz [2]):

Das im großen ganzen abnehmende Zuwachsprozent der Hölzer ist im Alter a

1) Kunze entwickelte die genauer arbeitende Näherungsformel

$$p = \frac{M-m}{M(n-1) + m(n+1)} \cdot 200.$$

„Lehrbuch der Holzmeßkunst". 1873. S. 227 flg.

2) A. F. u. J.Z. 1860.

des höchsten Durchschnittsertrages auf einen Wert herabgesunken, der sich genau durch folgende Formeln ausdrücken läßt:

für den Endertrag allein $p = \frac{100}{a}$,

für den Gesamtertrag, wenn v die Summe sämtlicher Vorerträge im Prozentsatze des Endertrages bedeutet,

$$p = \frac{100 + v}{a}.$$

Das p des Hauptbestandes ist nach der vorgenannten Tafel im Jahre a des höchsten Durchschnittsertrages, nämlich im 80sten: $\frac{6{,}99 \,.\, 100}{559} = 1{,}25.$

Derselbe Wert berechnet sich aus $\frac{100}{80} = 1{,}25.$

Der höchste Durchschnitt des Gesamtbetrages fällt in das 90. Jahr, er muß also auch dort gleich dem laufenden Zuwachs sein. Das Zuwachsprozent ist demnach

$$\frac{9{,}32 \,.\, 100}{620} = 1{,}50.$$

Die Summe der bis mit dem 90. Jahre ausgefallenen Vornutzungen beträgt (nach Spalte *m*) 219 fm oder $\frac{219 \,.\, 100}{620} = 35{,}3\%$ der Hauptbestandesmasse in diesem Jahre, daher das Zuwachsprozent ebenfalls $\frac{100 + 35{,}3}{90} = 1{,}50.$

2. Der Qualitätszuwachs.

§ 8. Dieser erfolgt durch die Erhöhung des Wertes der Masseneinheit unmittelbar dadurch, daß bei im allgemeinen sich gleich bleibenden Holzpreisen die stärkeren Sortimente in der Regel höheren Preis erlangen; mittelbar aber dadurch, daß stärkere Sortimente gewöhnlich geringere Erntekosten verursachen. Er wird gemessen durch den erntekostenfreien Preis verschiedener Sortimente zu derselben Zeit.

Steigt in n Jahren der erntekostenfreie Preis der Masseneinheit, die wirtschaftliche Qualitätsziffer, eines Baumes oder Bestandes von q auf Q, so beträgt der Qualitätszuwachs Q — q und sein Prozent $100\left(\sqrt[n]{\frac{Q}{q}} - 1\right)$[1] oder im Preßlerschen Näherungswerte

$$\frac{Q - q}{Q + q} \cdot \frac{200}{n}.$$

Der Gang dieses zweiten Zuwachses hängt von den Absatzverhältnissen ab und kann eine Zeitlang eine steigende oder auch eine fallende Reihe bilden, er kann sich sogar in ziemlichen Sprüngen bewegen. In arithmetische Gesetze läßt er sich deshalb nicht einzwängen. Doch ist eine wenigstens annähernde Kenntnis des Qualitätszuwachses von Wichtigkeit.

Brennholzbestände haben im höheren Alter nur noch wenig beachtenswerten Qualitätszuwachs, da nach Ueberschreitung eines gewissen Alters weder der Käufer geneigt ist, für älteres Holz mehr zu zahlen als für jüngeres, noch der Holzhauer mit geringerem Lohn dafür zufrieden ist. Ein kleiner Qualitätszuwachs findet indessen schon dadurch bis in hohes Alter statt, daß der Anteil des Derbholzes an der Gesamtmasse wächst.

Im Nutzholzwalde ist der Qualitätszuwachs bis in höhere Bestandesalter weit bedeutungsvoller, denn es steigt der Preis der Ware lange fort mit der Zunahme der Schaftstärke, bei gleichzeitig sich etwas vermindernden Erntekosten, und sodann

---

1) Für die Ermittlung des Qualitätszuwachsprozentes gilt dasselbe, was in § 7 für das Massenzuwachsprozent gesagt wurde.

wächst auch bis zu einer gewissen Grenze die verhältnismäßige Ausbeute an Nutzholz, das Nutzholzprozent.

Im großen und ganzen sinkt wohl der Qualitätszuwachs mit zunehmendem Alter, wenn auch zeitweise ein Steigen desselben stattfinden kann. Er kann übrigens bis auf Null herabsinken, selbst negativ werden, während der Massenzuwachs in Beständen des Wirtschaftswaldes niemals bis auf Null sinken kann. Negativ kann der Qualitätszuwachs in alten, bereits faul werdenden Beständen sein.

Es ist eine wichtige Aufgabe der örtlichen Praxis, Erfahrungen über die Gestaltung des Qualitätszuwachses für ihren speziellen Wirkungskreis zu sammeln.

In der in § 5 mitgeteilten Ertragstafel zerfallen die dort in den Spalten *c*, *h* und *n* nachgewiesenen Erträge an Gesamtmasse in Scheite, Knüppelholz und Reisig folgendermaßen:

Fichte. III. Ertragsklasse.

Bestandsalter	Hauptbestand				Zwischenbestand				Gesamtbetrag			
	Gesamtmasse	davon			Gesamtmasse	davon			Gesamtmasse	davon		
		Scheite	Knüppel	Reisig		Scheite	Knüppel	Reisig		Scheite	Knüppel	Reisig
Jahre	fm	Prozente			fm	Prozente			fm	Prozente		
20	54	—	13	87	—	—	—	—	54	—	13	87
30	113	—	29	71	21	—	—	100	134	—	24	76
40	193	—	45	55	25	—	25	75	218	—	43	57
50	297	17	44	39	30	1	49	50	327	16	44	40
60	394	30	41	29	35	5	63	32	429	28	43	29
70	482	50	26	24	39	8	67	25	521	47	29	24
80	559	62	16	22	36	18	64	18	595	59	19	22
90	620	68	12	20	33	36	52	12	653	66	14	20
100	674	71	11	18	30	51	40	9	704	70	12	18
110	720	73	10	17	24	66	26	8	744	73	10	17
120	760	76	10	14	18	71	21	8	778	76	10	14

Nicht bloß der Prozentsatz des Derbholzes, also der Summe des Scheit- und Knüppelholzes, wächst z. B. im Hauptbestand allein vom 20 bis 120. Jahre von 13 auf 86, sondern auch der Anteil des Scheitholzes am Derbholz steigt ganz wesentlich. Aehnliches gilt natürlich für den Zwischenbestand und für den Gesamtbetrag. Hierdurch wird ein Qualitätszuwachs bis in das höhere Bestandesalter bedingt.

Würde z. B. im 60jährigen Hauptbestand 1 fm Derbholz mit 11 Mk., 1 fm Reisig mit 3 Mk., im 80jährigen Bestand 1 fm Derbholz mit 15 Mk., 1 fm Reisig mit 3 Mk. bezahlt, so betrüge:

Qualitätsziffer q des 60 jährigen Bestandes $\frac{71 \cdot 11 + 29 \cdot 3}{100} = 8{,}68$

„ Q „ 80 „ „ $\frac{78 \cdot 15 + 22 \cdot 3}{100} = 12{,}36.$

Das Qualitätszuwachsprozent

im Näherungswert $\frac{12{,}36 - 8{,}68}{12{,}36 + 8{,}68} \cdot \frac{200}{20} = 1{,}75$

oder genauer $100\left(\sqrt[20]{\frac{12{,}36}{8{,}68}} - 1\right) = 1{,}78.$

3. Der Teurungszuwachs.

§ 9. Derselbe wird hervorgerufen durch Veränderungen der Holzpreise überhaupt. Er wird gemessen durch den Preis derselben Sortimente zu verschiedenen Zeiten.

Allgemein gültige Gesetze über den Verlauf dieses Zuwachses lassen sich nicht aufstellen, er ist ein außerforstlicher und kann ebensogut alle Sortimente als auch

nur bestimmte Einzelsortimente treffen [1]). — Für die Forsteinrichtung wird er dadurch wichtig, daß er die Wahl gewisser Betriebsarten bedingen kann; für die spezielle Ertragsregelung, d. h. für die Aufstellung eines Hiebsplanes auf kürzere Zeit, dadurch, daß er auf die finanzielle Hiebsreife einzelner Bestände oder Bestandsgruppen wesentlichen Einfluß nimmt. Der Bau einer Straße, einer Eisenbahn kann sehr leicht für ganze Waldstrecken einen Teurungszuwachs von 20 und mehr Prozenten hervorrufen.

Die Berechnung seines Prozentes erfolgt wie beim Qualitätszuwachs. Steigt der Preis der Einheit in n Jahren von t auf T, so findet ein Teuerungszuwachsprozent von $100\left(\sqrt[n]{\frac{T}{t}}-1\right)$ oder im Näherungswerte $\frac{T-t}{T+t}\cdot\frac{200}{n}$ statt. Angenommen der Preis einer bestimmten Stammholzklasse habe sich innerhalb 10 Jahren für den Festmeter von 10 auf 11 M. gehoben, so beträgt das Teuerungszuwachsprozent nach der Preßlerschen Näherungsformel $\frac{11-10}{11+10}\cdot\frac{200}{10}=0{,}95$.

Martin [2]) spricht sich wohl mit Recht mehrfach gegen eine zahlenmäßige Feststellung und Verwendung des Teuerungszuwachsprozents in der Rechnung aus, wie dies durch Preßler in die Forstwissenschaft eingeführt worden ist, und will das Moment des Teurerwerdens der Forstprodukte lieber allgemeiner in der Wahl eines niedrigeren Wirtschaftsprozents berücksichtigt wissen.

III. Die Produktionszeit.

§ 10. Im Gegensatze zu den Produktionsverhältnissen auf fast allen übrigen Gebieten des wirtschaftlichen Lebens, z. B. auch der Landwirtschaft, bedarf die Forstwirtschaft eines sehr langen Zeitraums bis zum Eintritt der Hiebsreife ihres Erzeugnisses, des Holzes. Aber nicht allein das! Sie weicht auch dadurch von allen andern ab, daß dieser Zeitpunkt sich nur sehr schwer feststellen läßt. Wenn z. B. bei der Landwirtschaft die Erntereife der Erzeugnisse ohne weiteres und ganz selbstverständlich am natürlichen Entwicklungsabschluß oder am Eintritt voller wirtschaftlicher Brauchbarkeit der Früchte zu erkennen ist, so bildet selbst das letztere Merkmal beim Holze darum keinen unmittelbaren Maßstab, weil das Holz schon von verhältnismäßig jugendlichem Alter ab wirtschaftlich brauchbar ist und weil diese Brauchbarkeit in der Regel bis ins hohe Alter hinauf zunimmt.

Diese fortdauernde Qualitätssteigerung, die auf dem steigenden Gebrauchswerte des mit zunehmendem Alter immer stärker und länger werdenden Schaftes, und teilweise auch auf dem Reiferwerden des Holzes (Kernholzbildung) beruht, und die in der Regel erst nach sehr langen Zeiträumen zum Abschluß kommt, erschwert die Feststellung des besten Zeitpunkts für den Abschluß der Produktion im einzelnen Falle ungemein. Ein Urteil über die Erntereife kann hier nur aus dem Verhältnisse der laufenden Wertsmehrung zu dem sie erzeugenden Kapitale gefunden werden, sofern es als selbstverständliche ökonomische Forderung jeder Wirtschaft gelten kann daß sich ihr Produktionskapital zu einem dem gegebenen Falle angemessenen Zinsfuße verzinse. Genügt die Wertsmehrung dieser Forderung dauernd nicht mehr, das heißt, sinkt ihr Verhältnis zum Kapital unter die geforderte Verzinsung dauernd herab, so hat das betreffende Wirtschaftsobjekt seine Hiebsreife erreicht.

So gelangen wir im schlagweisen Hochwalde zum Begriff der „Hiebsreife"

---

1) Zu vergl. u. a. Lehr: „Beiträge zur Statistik der Preise, insbesondere des Geldes und des Holzes". 1885.

2) Vgl. z. B. dessen Forstliche Statik, I. Teil. S. 220.

für jedes einzelne Wirtschaftsobjekt (Bestand) und damit zur „Produktionszeit“ oder „Umtriebszeit“.

Die vorstehende Ausführung betrachtet jedes einzelne Wirtschaftsobjekt, jeden Bestand, für sich vom Standpunkt des aussetzenden Betriebs (s. § 4). Gehen wir jedoch zum jährlichen Betriebe mit nachhaltiger Wirtschaft über, so verbinden wir die einzelnen Wirtschaftsobjekte durch das gemeinsame Ziel der Nachhaltigkeit zu einer neuen größeren Einheit, innerhalb der nun für fortdauernde, gleichgroße Jahresernte gesorgt werden soll. Eine Ausgleichung der Jahreserträge ist aber nur möglich, wenn für das Ganze vorher eine eigene gemeinsame Produktionszeit festgesetzt wird, in deren Rahmen der Ausgleich stattfinden soll. Diesem Produktionszeitraum des Ganzen werden sich nun aber die Produktionszeiten der Einzelbestände in gewissem Maße unterzuordnen haben und so gelangen wir für den jährlichen Nachhaltbetrieb zu der Unterscheidung eines allgemeinen Produktionszeitraums oder Umtriebs für das Ganze und einer speziellen Produktionszeit bestimmt durch Hiebsreife oder Erntealter für jeden Einzelbestand. In welcher Beziehung beide zueinander stehen, wird später zu zeigen sein.

§ 11. Unter Umtrieb, Umtriebszeit versteht man somit ganz allgemein den von der Begründung eines Bestandes bis zu seiner mit Wiederverjüngung verknüpften Ernte verfließenden Zeitraum. Das Ende dieses Zeitraums nennt man Abtriebs- oder Haubarkeitsalter. (Judeich.)

Der Begriff des „Umtriebs“ ermangelt in der forstlichen Literatur wohl noch etwas der klaren Durchbildung und Abgrenzung, denn einerseits setzt man die Bezeichnung einfach = Produktionszeit, ohne Rücksicht auf aussetzenden oder jährlichen Betrieb, andererseits gebraucht man sie beim Nachhaltbetrieb in der Regel nur für den allgemeinen Produktionszeitraum, nicht auch für das Hiebsalter des Einzelbestands, „das von der gewählten Umtriebszeit mehr oder weniger abweichen kann“.

Zu unterscheiden sind folgende Arten des Umtriebes; je nach der Wahl des Wirtschaftszieles:

1. Der physische Umtrieb. Man versteht darunter entweder denjenigen, der für die natürliche Wiederverjüngung einer Holzart unter gewissen Standortsverhältnissen und für bestimmte Betriebssysteme geeignet ist, oder jenen, der mit der natürlichen Lebensdauer der Bestände zusammenfällt. — Forstwirtschaftliche Bedeutung kann derselbe jetzt nur noch ausnahmsweise in Schutz- oder Luxuswäldern und allenfalls noch im Niederwalde haben.

2. Der Umtrieb des höchsten Massenertrages, auch forstlicher oder ökonomischer Umtrieb genannt. Er bezweckt die größte Massen-, also größte Rohproduktion und fällt mit dem Zeitraume des höchsten Durchschnittszuwachses zusammen, wo das Zuwachsprozent auf $\frac{100}{u}$ oder $\frac{100+v}{u}$ gesunken ist. In einem Walde, für den die in § 5 mitgeteilte Ertragstafel Geltung hätte, würde er also für den End- oder Abtriebsertrag allein in das 80., für den End- und Vorertrag zusammen in das 90. Jahr fallen.

3. Der technische Umtrieb ist jener, bei dem der Holzbestand das für bestimmte Zwecke der Verwendung geeignetste Material liefert. Er ist vollständig gerechtfertigt, wenn er auf die Erzeugung der von der Volkswirtschaft, also am Markte, meistbegehrten und daher verhältnismäßig best bezahlten Holzsorten gerichtet ist und diese Erzeugung sich ökonomisch am meisten lohnt. Er wird dann dem finanziellen Umtrieb entsprechen. Heutzutage dürfte dies wohl nur bei Erziehung schwächerer Sortimente der Fall sein.

4. Der Umtrieb der höchsten Waldrente oder des höchsten

Waldreinertrags ist jener, bei dem ein Bestand oder Wald den nach arithmetischem Durchschnitt berechneten höchsten Geldertrag liefert. Für einen Wald, dem die im nachfolgenden als Lehrbeispiel mitgeteilte finanzielle Ertragstafel entspräche, würde er in das 110. Jahr fallen. Die einfache Summe sämtlicher Vorerträge beträgt bis dahin 1295 Mk. Unter Voraussetzung jährlich laufender Kosten v = 9 M berechnet sich daher die Waldrente im Durchschnitt für ein ha mit

$$\frac{8640 + 1295 - 50 - 9 . 110}{110} = 80{,}86 \text{ M.}$$

Der 100 jährige Umtrieb würde 76,15 Mk., der 120 jährige 78,27 Mk. ergeben.

Die Steigerung dieses Umtriebes in hohe Bestandsalter hat ihren Grund darin, daß mit der Höhe des Umtriebes die Größe des Holzvorratskapitales wächst. Das Wachstum dieses bedeutenden forstlichen Betriebskapitales bewirkt, daß die Wirtschaft selbst bei andauerndem Sinken des Zinsfußes bis zu einer gewissen Grenze doch noch steigende Erträge liefern kann. Bei der einfachen Summierung von Erträgen und Kosten, die zu verschiedenen Zeiten für den Einzelbestand fällig sind, wird dieser Einfluß des Vorratskapitales in der Rechnung verschleiert. Daß aber wirklich jedes Jahr ein Endertrag und jedes Jahr sämtliche Vorerträge eingehen können, ist lediglich Folge des in der Reihe der 0- bis u — 1 jährigen Bestände stockenden Holzvorrates.

Die bisher besprochenen Umtriebsarten haben nur noch historisches Interesse, wenn auch allerdings der letztgenannte Umtrieb, derjenige des höchsten Waldreinertrages, selbst heute noch in der Literatur vertreten wird. Er läßt sich weder ökonomisch begründen, noch ist er je in der Wirtschaft wirklich planmäßig durchgeführt worden.

Wissenschaftlich einwandfrei und von praktischer Bedeutung ist heute nur noch der nunmehr zu besprechende finanzielle Umtrieb.

5. Der finanzielle Umtrieb ist derjenige, bei dem der Wald unter Voraussetzung eines bestimmten Wirtschaftszinsfußes den höchsten Reinertrag, die höchste Bodenrente gewährt.

Bezeichnen wir mit A_u den erntekostenfreien Wert der Endnutzung, mit D_a usw. die erntekostenfreien Werte der Vornutzungen, mit c die Kulturkosten, mit v die jährlich laufenden Ausgaben für die Flächeneinheit, mit p den Wirtschaftszinsfuß, mit u den Umtrieb, mit r die reine Bodenrente, so fällt der finanzielle Umtrieb in jenes Jahr, in dem der Ausdruck

$$r = \frac{(A_u + D_a 1{,}0p^{u-a} + D_b 1{,}0p^{u-b} + \ldots . - c 1{,}0p^u)}{\frac{1{,}0p^u - 1}{0{,}0p}} - v$$

ein Maximum ergibt.

Es geht aus der Formel ohne weiteres hervor, daß in demselben Jahre, wo r sein Maximum erreicht, auch die sogenannte Bodenbruttorente $r' = r + v$ ihr Maximum erreichen muß, solange die Größe v konstant bleibt, sich also mit anderem u nicht ändert. Für die Umtriebsbestimmung genügt also die Berechnung von r'.

Die in § 5 mitgeteilte Ertragstafel wurde zu einer finanziellen ergänzt, um sie als Lehrbeispiel zu benützen. Zu diesem Zwecke wurden die erntekostenfreien Holzpreise für Haupt- und Zwischenbestand in möglicher und wahrscheinlicher Höhe angenommen, c = 50 [1]) und p = 3 gesetzt. Der Hauptertrag oder Ertrag des Hauptbe-

1) Die Annahme von 50 Mk. Kulturkosten aufs Hektar ist ohne Zweifel für die heutige Waldwirtschaft Deutschlands viel zu niedrig, denn unter c müssen die gesamten Waldbegründungs-, Pflege- und Schutzkosten bis zu dem Zeitpunkte

standes ist gleichbedeutend mit dem Endertrag oder der Endnutzung; der Zwischenertrag wird meist durch die Vornutzungen oder Durchforstungen gebildet. (Vergl. die nachfolgende Ertragstafel.)

a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*i*	*k*	*l*	*m*	*n*	*o*
Jahr	Haupt-	Vor-	Erntekostenfreier Preis				Summe der Vorerträge in entsprechenden Nachwerten	Summe des Gesamt-Ertrages $f+h$	Kulturkosten-Nachwert $50 \cdot 1.03^a$	Kulturkostenfreier Gesamt-Ertrag $i-k$	Rentenendwerts-Faktor $\frac{1.03^a - 1}{0.03}$	Boden-Bruttorente l/m	Weiser-Prozent von 10 zu 10 Jahren
	Ertrag		1 Festmeter		Summe								
			des										
			End-	Vor-	End-	Vor-							
			Ertrages										
	Festmeter		Mark										
20	54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	113	21	3	3	339	63	63,000	402,000	121,363	280,637	47,575	5,899	) 4,50
40	193	25	4	3	772	75	159,667	931,667	163,102	768,565	75,401	10,193	) 3,40
50	297	30	4	4	1188	120	334,579	1522,579	219,195	1303,384	112,797	11,555	) 4,29
60	394	35	5	4	1970	140	589,646	2559,646	294,580	2265,066	163,053	13,892	) 3,70
70	482	39	6	5	2892	195	987,435	3879,435	395,891	3483,544	230,594	15,107	) 4,19
80	559	36	8	5	4472	180	1507,030	5979,030	532,045	5446,985	321,363	16,950	) 3,28
90	620	33	10	6	6200	198	2223,322	8423,322	715,025	7708,297	443,349	17,387	) 1,89
100	674	30	11	6	7414	180	3167,959	10581,959	960,930	9621,029	607,288	15,843	) 1,59
110	720	24	12	6	8640	144	4401,473	13041,473	1291,410	11750,063	827,608	14,198	) 0,62
120	760	18	12	6	9120	108	6023,213	15143,213	1735,550	13407,663	1123,70	11,932	

Der finanzielle Umtrieb fällt hiernach in das 90. Jahr. Da das Weiserprozent (vergl. § 14 und 15) im 8. Jahrzehnt noch auf 4,19, im 9. Jahrzehnt nur noch auf 3,28 lautet, weist auch dieses auf das Jahr 90 als das des finanziellen Umtriebes hin.

Es liegt auf der Hand, daß ein finanzieller Umtrieb nur in annähernder Größe bestimmt werden kann, dasselbe gilt aber auch von allen anderen Umtriebszeiten. Ferner geht aus der Betrachtung der Bodenrentenformel, sowie aus der beistehenden Tafel hervor, daß er eine veränderliche Größe ist; auch dies gilt von allen andern Umtrieben, am wenigsten allerdings von dem des höchsten Massenertrages. Wir können in dem durch die Rechnung gefundenen u daher für die Praxis nur einen Fingerzeig erblicken, der uns bei den allgemeinen Erwägungen, auf Grund deren endlich allein eine Umtriebszeit gewählt werden kann, ein wesentliches Anhalten gewährt.

§ 12. Die nähere Besprechung der hier einschlagenden Fragen gehört zwar in die Abhandlung über forstliche Statik, doch mögen wenigstens einige Bemerkungen über die praktische Bedeutung der einzelnen Rechnungsfaktoren auch an dieser Stelle Aufnahme finden [1]), weil man nicht selten dem Einwurf begegnet, daß die Unsicherheit der Bestimmung dieser Faktoren jede Berechnung des finanziellen Umtriebes unmöglich mache.

Daß die laufenden jährlichen Kosten v, wenn sie sich nicht mit u selbst ändern,

---

zusammengefaßt werden, wo der Bestand die Aufwendungen auf ihn durch den Ertrag aus dem anfallenden Holze ersetzt. Der Bearbeiter betont dies ausdrücklich, nicht als ob dies hier von Bedeutung wäre, sondern weil in der forstlichen Literatur auch bei Rechnung für andere Zwecke fast durchweg mit viel zu niedrigen Kulturkosten gerechnet wird. Dies ist nachteilig, insofern es die Bedeutung des Strebens nach Herabsetzung der Verjüngungskosten nicht hervortreten läßt. Der durchschnittliche Gesamtaufwand je Hektar, wie er hier in Rechnung zu nehmen wäre, beträgt z. Z. bei den größeren süddeutschen Staatsforstverwaltungen etwa 250 M.

1) Zu vergl. auch Judeich, „Die Forsteinrichtung". 6. Aufl. 1904. S. 78 flg.

was sehr selten der Fall sein dürfte, ohne Einfluß auf die verhältnismäßige Höhe des finanziellen Haubarkeitsalters bleiben, wurde bereits vorstehend erwähnt. Setzen wir in unserem Beispiel v = 9, oder gleich 6, oder gleich 12, so bleibt das Jahr der finanziellen Reife ganz genau dasselbe, wenn auch die Bodenrente r wesentlich dadurch beeinflußt wird.

Die Erntekosten können insofern einen etwas erhöhenden Einfluß auf u äußern, als sie zum Qualitätszuwachs beitragen, wenn sie mit dem Steigen der Stärke der Sortimente für die Maßeinheit geringer werden. Dieser Einfluß ist indessen ein ziemlich unbedeutender, sobald wir überhaupt nur ältere Bestände des Hochwaldes betrachten. Ueberdies sind die Erntekosten für die Gegenwart bekannt, und man kann daher alle Erträge leicht e r n t e k o s t e n f r e i in Rechnung stellen.

Die Kulturkosten beeinflussen zwar nicht unbedeutend die Größe r, jedoch die Kulmination derselben so wenig, daß man erstere bei der Bestimmung dieses Zeitpunktes weglassen kann, ohne sich eines Fehlers schuldig zu machen. Eine irrige Veranschlagung des c bleibt also ohne Bedeutung. Je höher die Kulturkosten sind, desto höher berechnet sich zwar der finanzielle Umtrieb, jedoch für die Anwendung nur in ganz unerheblicher, kaum beachtenswerter Weise.

Lassen wir im vorstehenden Beispiel die Kulturkosten ganz unberücksichtigt, so wird r' für den 80jährigen Umtrieb 18,605 $\left(=\frac{5979,030}{321,363}\right)$, für den 90jährigen 18,999 M., für den 100jährigen 17,424 M., das Maximum bleibt also im 90. Jahre.

Die Vorerträge haben einen sehr bedeutenden Einfluß auf die Größe der Bodenrente, jedoch nur einen sehr geringen auf den Zeitpunkt der Kulmination derselben. Zeitig eingehende bedeutende Vorerträge drücken das finanzielle Haubarkeitsalter etwas herab, dagegen vermögen erhebliche Vorerträge, die in den diesem Haubarkeitsalter nahe stehenden Jahren eingehen, dasselbe manchmal auch etwas zu erhöhen, ähnlich wie dies mit der Kulmination des Haubarkeits-Durchschnittszuwachses der Fall sein kann.

Lassen wir im vorstehenden Beispiele die Vornutzungen ganz unberücksichtigt, stützen die Rechnung nur auf die Endnutzung und Kulturkosten, so wird r' für den 80jährigen Umtrieb 12,820 $\left(=\frac{4119,955}{321,363}\right.$; hierbei ermittelt sich 4119,955 aus 5446,985+180—1507,03), für den 90jährigen 12,818. Der finanzielle Umtrieb stellt sich also etwas niedriger, jedoch nur so wenig, daß man füglich r' für beide fragliche Umtriebe als gleich betrachten kann. Etwas deutlicher tritt die Erniedrigung hervor, wenn man auch die Kulturkosten unberücksichtigt läßt und das finanzielle Haubarkeitsalter lediglich mit Hilfe der Endnutzung berechnet. Für den 80jährigen Umtrieb wird dann r' = 14,476, für den 90jährigen = 14,431. Diese kleinen Unterschiede sind für die praktische Ermittelung des finanziellen Umtriebes unerheblich.

Wird man bei der Berechnung des finanziellen Haubarkeitsalters nie sehr weit irren, auch wenn man die Vorerträge unberücksichtigt läßt, so ist die Annahme berechtigt, daß Unsicherheiten in der Schätzung dieser Erträge für die Rechnung beachtenswerte Irrtümer gewiß nicht zur Folge haben können. Hiebei ist allerdings vorauszusetzen, daß man die Umtriebsfrage nicht mit Hilfe von so jugendlichen Beständen zu lösen sucht, die noch solche Durchforstungen erwarten lassen, welche bedeutenden Einfluß auf den Zuwachsgang des Hauptbestandes nehmen. Man wird vielmehr zum Zwecke der Untersuchung Bestände wählen, die ihrem Haubarkeitsalter mehr oder weniger nahe stehen.

Der einflußreichste, wichtigste Faktor für die Berechnung des finanziellen Haubarkeitsalters ist die E n d n u t z u n g. Masse und Preis derselben sind für die Gegenwart leicht zu ermitteln, wo Buch und Rechnung gut geführt werden. Aenderungen, welche die Zukunft bringen wird, lassen sich mit Sicherheit allerdings nicht voraussagen. Treffen dieselben gleichmäßig oder fast gleichmäßig alle Sortimente,

so wird dadurch die Höhe des finanziellen Umtriebes kaum bemerkenswert beeinflußt, wenn auch die Rücksicht auf den Teuerungszuwachs dem Waldbesitzer für kürzere oder längere Zeit zu einer besonders sparsamen Wirtschaft Veranlassung sein kann. Anders gestaltet es sich jedoch, wenn durch Aenderung der Preise gewisser Sortimente das Preisverhältnis zwischen den stärkeren, älteren und den schwächeren, jüngeren Hölzern verschoben wird. Da die Wahrscheinlichkeit dafür spricht, daß in Zukunft die stärkeren Nutzhölzer durch die Gestaltung der Produktions- und Marktverhältnisse allmählich eine größere Preissteigerung erwarten lassen, als die schwächere Ware, so hat der Waldbesitzer alle Ursache, bei der Wahl des Umtriebes vorsichtig zu sein, nämlich dem höheren Umtrieb den Vorzug vor dem niederen zu geben.

Unter den Produktionskosten ist endlich der Zinsfuß jener Faktor, der am meisten die Höhe des finanziellen Umtriebes beeinflußt. Billiges Kapital, d. h. niedriger Zinsfuß ermöglicht für alle Bodenwirtschaften eine größere Intensität der Kapitalsanlage, für die Forstwirtschaft sonach einen höheren Umtrieb. Ein Prozent mehr oder weniger vermag letzteren wohl um 10—20 Jahre zu erniedrigen oder zu erhöhen.

Führen wir die Rechnung nur mit 2, anstatt mit 3%, so erhalten wir auf Grund der in der Tafel (§ 11) gegebenen Unterlagen als Bodenbruttorenten (r') für den 80jährigen Umtrieb 27,901, für den 90jährigen 30,495, für den 100jährigen 29,542, für den 110jährigen 28,068. Der finanzielle Umtrieb fällt zwar auch hier noch in das 90. Jahr, eine relative Erhöhung desselben spricht sich jedoch dadurch aus, daß die Differenz zwischen dem 90. und 100. Jahre, ja selbst zwischen dem 90. und 110. Jahre geringer, die zwischen dem 80. und 90. Jahre dagegen größer ist, als die der mit 3% ermittelten Bodenbruttorenten. In anderen Fällen kann der Einfluß des Zinsfußes ein weit größerer sein, als im obigen Beispiel.

Wären der Gestaltung des Zinsfußes nicht durch allgemeinwirtschaftliche Gesetze gewisse Grenzen gezogen, innerhalb deren er sich bewegt, so wäre die Ermittelung des finanziellen Umtriebes für die praktische Anwendung überhaupt unmöglich. Derartige Grenzen gibt es aber, wenn auch nicht so scharfe, daß es möglich wäre, eine bestimmte Zahl für einen sogenannten forstlichen Zinsfuß zu finden. Nach allen Erwägungen, deren Erörterung nicht hieher gehört [1]), glauben wir annehmen zu dürfen, daß der für die forstlichen Rentabilitätsrechnungen zu wählende Zinsfuß sich in den Grenzen von 2—3 Prozent bewegt.

§ 13. Die bisherige Erörterung der Umtriebsbestimmung ging nun von der Voraussetzung des aussetzenden Betriebs oder aber eines jährlichen Betriebs aus, der sich in einem Walde mit in jeder Hinsicht vollkommen gleichartigen Produktionsbedingungen vollzieht. Beim Nachhaltbetrieb müßten alle Bestände im gleichen Alter hiebsreif werden und alle gleichzeitig das Hiebsalter der gewählten Umtriebszeit haben, allgemeine und spezielle Produktionszeit wären hier somit gleich.

Tatsächlich trifft diese Voraussetzung nun aber im wirklichen Walde nie zu. Hier sind stets Wälder verschiedener Produktionsbedingungen zu gemeinsamem Nachhaltbetrieb vereinigt, sie zeigen somit auch verschiedene spezielle Produktionszeiten. Die Nachhaltigkeit aber fordert im Interesse ihrer übersichtlichen Sicherung einen gemeinsamen allgemeinen Produktionszeitraum, der, wenn in seinem Rahmen die speziellen Produktionszeiten der Einzelbestände Berücksichtigung finden sollen, notwendig gleich dem Mittel der tatsächlich gegebenen besten Hiebsalter sein muß. Eine Umtriebszeit, die dem Mittel der tatsächlichen Hiebsreifealter entspricht, ermöglicht einmal eine volle Pflege der Nachhaltigkeit und gestattet in ihrem Rahmen

---

1) Außer auf die Abhandlung über forstliche Statik in diesem Handbuche sei verwiesen auf Judeich: „Forsteinrichtung", 6. Aufl. 1904 S. 83 flg., sowie auf dessen Abhandlungen im Thar. f. J. 20. Bd. S. 1 und 22. Bd. S. 132 flg. —

trotzdem, jeden Bestand zu hauen, wenn er finanziell hiebsreif ist, läßt also ein abweichendes Abtriebsalter des Einzelbestands zu.

Die Anweisung für die Forsteinrichtung in den K. bayerischen Staatswaldungen von 1910 definiert den Umtrieb (des schlagweisen Betriebs) durchaus zweckmäßig als „denjenigen Zeitraum, innerhalb dessen die in einer Betriebsklasse zusammengefaßten Bestände einmal vollständig durchgeschlagen werden" und fährt dann fort: „Im Normalwalde decken sich die Abtriebsalter der einzelnen Bestände und die Umtriebszeit der Betriebsklasse. Ungleichheiten verschiedener Art bedingen jedoch im wirklichen Walde Verschiedenheiten im Eintritt der Hiebsreife. Wenn demnach den Anforderungen der Wirtschaftlichkeit entsprechend das Holz stets im Zeitpunkte seiner Hiebsreife zum Einschlag gebracht werden soll, muß das Abtriebsalter der einzelnen Bestände von der Umtriebszeit mehr oder weniger abweichen."

„Der Umtrieb stellt sich demnach als das Alter dar, in welchem die einzelnen Bestände durchschnittlich zum Hieb gelangen sollen."

Neben der Umtriebsermittlung entsteht somit beim Nachhaltbetrieb für die Wirtschaft noch eine weitere Aufgabe, diejenige der Bestimmung der speziellen Produktionszeiten bezw. des rechtzeitigen Abschlusses derselben, der „Hiebsreife" der einzelnen Bestände.

§ 14. Die dem Reinertragsprinzip entsprechende, also der finanziellen Umtriebszeit analoge Ermittlung der Hiebsreife des Einzelbestands (auch des Umtriebs für aussetzenden Betrieb) erfolgt am besten durch Feststellen der laufend jährlichen Verzinsung des Produktionskapitals in der Form des sogenannten Weiserprozents[1]).

Dieses Verzinsungsprozent kann mit Hilfe der drei besprochenen Zuwachsprozente (§ 7—9) ermittelt werden. Die Summierung derselben geschieht folgendermaßen.

Wächst in n Jahren eine Masse m um a %, deren Qualitätsziffer q um b %, und tritt noch ein Teuerungszuwachs von c % hinzu, so geht ihr gegenwärtiger Wert mq über in

$$W = mq\left(1 + \frac{a}{100}\right)^n\left(1 + \frac{b}{100}\right)^n\left(1 + \frac{c}{100}\right)^n,$$

hieraus

$$100\left(\sqrt[n]{\frac{W}{mq}} - 1\right) = a + b + c + \frac{ab + ac + bc}{100} + \frac{abc}{100^2}.$$

Bei nicht ganz ungewöhnlich hohen Prozenten kann man die für das Ergebnis der Rechnung unerheblichen Größen $\frac{ab + ac + bc +}{100} + \frac{100^2}{abc}$ weglassen und sich mit dem einfachen Näherungswert $a + b + c$ begnügen.

Diese Summe $a + b + c$ drückt also aus, zu welchem Prozent ein Bestand das in ihm jetzt vorhandene Holzkapital durch seinen Zuwachs verzinst. Um die wirtschaftliche Bedeutung dieses Zuwachses richtig zu messen, ist jedoch zu beachten, daß er nicht bloß das Holzkapital zu verzinsen hat, sondern auch andere Wirtschaftskapitale. Der weiterwachsende Bestand nimmt Grund und Boden in Anspruch, es sind jährlich laufende Ausgaben (Verwaltungskosten und Steuern) zu zahlen, außerdem war auch in der Regel eine Vorauslage in Gestalt von Kulturkosten nötig. Wir haben es also außer mit dem Holzkapitale noch zu tun mit dem Bodenkapital, den laufend jährlichen Ausgaben und den Kulturkosten.

Geht man von dem im allgemeinen richtigen Grundsatz aus, daß eine Gütererzeugung nur dann mit Nutzen für den Wirtschafter betrieben werden kann, wenn der

1) Der Bearbeiter hatte ursprünglich die Absicht, die nachfolgenden Darlegungen über das Weiserprozent unter Hinweis auf Abhandlung X dieses Bands des Handbuchs zu streichen; er hat sich dann aber doch im Hinblick auf die große Bedeutung des Gegenstands für das ganze Verfahren Judeichs für deren Beibehaltung entschieden.

Preis des erzeugten Gutes mindestens die Erzeugungskosten deckt, wenn er also nicht bloß die aufgewendete Arbeit bezahlt macht, sondern auch die Zinsen des gebrauchten stehenden Kapitales, beziehentlich mit Amortisation, die Zinsen des verbrauchten umlaufenden Kapitales und dieses selbst gewährt, so gelangt man auch für die Forstwirtschaft zu dem Satze, daß diese Wirtschaft nur dann und so lange mit Nutzen, das heißt mit einem Reinertrage, für den Wirtschafter betrieben werden könne, solange die Zuwachsgröße $a + b + c$ allen obengenannten Faktoren gerecht wird.

Hierdurch allein gewinnen wir eine Antwort auf die Frage der wirtschaftlichen Reife, der Erntereife eines Bestandes. Steht das Prozent, das den Zuwachs des letzteren in Beziehung auf alle diese Faktoren ausdrückt, noch über dem für die Wirtschaft angenommenen Zinsfuß, so ist der Bestand noch unreif, sein Abtrieb wäre mit Verlust verknüpft; ist dieses Prozent aber unter den Wirtschaftszinsfuß gesunken, so hat der Bestand den Zeitpunkt der Reife bereits überschritten, ein weiteres Stehenlassen desselben wäre ein wirtschaftlicher Verlust. Zwischen beiden Stufen liegt die wirtschaftliche Reife des Bestandes, nämlich jener Zeitpunkt, in welchem das fragliche Prozent gleich dem Wirtschaftszinsfuße wird.

Dieses Prozent nannte Preßler, weil es uns auf die Erntereife des Bestandes hinweist, das Weiserprozent[1]).

Eine mathematisch genaue Berechnung der zur Entwicklung dieses Prozentes nötigen Faktoren ist unmöglich, dagegen lassen sich für die Anwendung genügende Näherungswerte finden.

Bezeichnet man die laufend jährlichen Ausgaben, die sich aus den Verwaltungskosten im weitesten Sinne des Wortes und unter Umständen aus Grundsteuern zusammensetzen, mit v, so ist das diesen Kosten entsprechende Kapital

$$V = \frac{v}{0{,}0p}.$$

Der Bodenwert, das Bodenkapital (B) kann ermittelt werden als Verkaufswert, als Kostenwert oder als Bodenerwartungswert. Erstere beiden ergeben sich als Durchschnittsgrößen aus wirklichen Käufen oder Verkäufen. Der letztere ist gleich dem aus der reinen Bodenrente r gefundenen Kapitale $\frac{r}{0{,}0p}$. Berechnet man ihn mit Hilfe des finanziellen Umtriebes (§ 11), so erhält man sein Maximum B_u, das man auch den wirtschaftlichen Bodenwert nennen kann.

Bezeichnen wir den erntekostenfreien Endertrag im Jahre u mit A_u, die im aten, bten usw. Jahre eingehenden, erntekostenfreien Vorerträge mit D_a, D_b usw., die Kulturkosten mit c, so erhält man für die Bodenrente der Flächeneinheit die bekannte Formel

$$r = \frac{A_u + D_a 1{,}0p^{u-a} + \dots - c\,1{,}0p^u}{\dfrac{1{,}0p^u - 1}{0{,}0p}} - v,$$

für B daraus

$$\frac{r}{0{,}0p} = \frac{A_u + D_a 1{,}0p^{u-a} + \dots - c\,1{,}0p^u}{1{,}0p^u - 1} - V. \text{ (Faustmannsche Formel.)}$$

---

1) a. a. O. in den Arbeiten Preßlers zu vergl. A. F. u. J.Z. 1860: „Zur Verständigung über den Reinertragswaldbau und sein Betriebsideal". — In der Lehre vom Weiserprozent gipfelt das bedeutende Verdienst, das sich Preßler um Klärung der forstlichen Wissenschaft und Wirtschaft erworben hat.

Zu vergl. auch Kraft: „Beiträge zur forstlichen Zuwachsrechnung und zur Lehre vom Weiserprozent". Hannover 1885. Besonders beachtenswert darin die Behandlung des Qualitätszuwachses.

Die Formelausdrücke $\frac{1{,}0p^u - 1}{0{,}0p}$ und $1{,}0p^u - 1$ betreffen den Renten-Endwert und den Zinswert (den um 1 verminderten Nachwert), die aus Tafeln abzulesen sind.

Die Kulturkosten c belasten einen ganzen Wald oder eine ganze Betriebsklasse mit dem Kapital $\frac{c}{0{,}0p}$, denn sie sind jährlich zu bezahlen. Den n jährigen Einzelbestand belasten sie jedoch nur mit ihrem n jährigen Nachwerte. Eine andere Rechnungsform mit Hilfe des von ihm so genannten Kulturkapitales führte Preßler ein. Er setzt dieses Kulturkapital C gleich der Summe aus der einmaligen Auslage c und einem Kapitale, das alle u Jahre c Zinsen trägt, also

$$C = c + \frac{c}{1{,}0p^u - 1} = \frac{c\,1{,}0p^u}{1{,}0p^u - 1}.$$

Je größer p und u, desto kleiner berechnet sich der Wert für C. Wegen seiner Abhängigkeit von u gilt das Kulturkapital genau nur für die zum Anbau vorliegende Blöße unter Zugrundelegung des entsprechenden Umtriebes. Im Kostenwerte des a jährigen Bestandes erscheinen die Zinsen von $B_u + V$ in derFormel $(B_a + V)(1{,}0p^a - 1)$, die Kulturkosten c jedoch als a-jähriger Nachwert $c\,1{,}0p^a$. Diesen Wert erhält man durch den Ausdruck $C(1{,}0p^a - 1)$ nur unter der Voraussetzung, daß $a = u$.

§ 15. Für die Berechnung des Weiserprozentes w des Hauptbestandes ergibt sich nun folgender Weg.

Innerhalb des nächsten n jährigen Zeitraumes verwandelt sich der erntekostenfreie Holzvorratswert des a jährigen Bestandes A_a in den Wert A_{a+n}, oder, wenn während dieser Zeit im mten Jahre noch eine Zwischennutzung D_m ausfällt, in den Wert $A_{a+n} + D_m\,1{,}0p^{a+n-m}$. Das Quantum des Wertszuwachses der nächsten n Jahre beträgt sonach $A_{a+n} + D_m\,1{,}0p^{a+n-m} - A_a$.

Fraglich erscheint der Kapitalstock, auf den diese Zuwachsmenge zu beziehen ist. Bezeichnen wir die Summe $B_u + V$ (Bodenkapital und Kapital der laufenden jährlichen Ausgaben) mit g, so decken die Zinsen dieses g, das Preßler das Bodenbruttokapital nennt, alle in der Wirtschaft vorkommenden Kosten mit Ausnahme des Aufwandes für Kultur und Ernte. Unbedingt bietet also g einen Teil des gesuchten Kapitalstockes. Die Zinsen von g sind gleich $r + v$, wir bezeichnen sie im folgenden als Bodenbruttorente mit r'.

Bezüglich des anderen Teiles des Kapitalstockes kann man von verschiedenen Gesichtspunkten ausgehen.

1. Sollen alle Kosten und Erträge der Vergangenheit in Rechnung gestellt werden, so hat man dem g den Kostenwert des a jährigen Bestandes HK_a zuzurechnen. Das Weiserprozent w entwickelt sich aus der Gleichung

$$A_{a+n} + D_m 1{,}0p^{a+n-m} - A_a = (HK_a + g)(1{,}0w^n - 1).$$

Hieraus

$$w = 100\left(\sqrt[n]{\frac{A_{a+n} + D_m 1{,}0p^{a+n-m} + HK_a - A_a + g}{HK_a + g}} - 1\right)$$[1].

2. Für den praktischen Zweck der Ermittelung der fraglichen Erntereife eines Bestandes halten wir jedoch einen anderen Weg für den richtigeren. Der gegenwärtige Bestand A_a ist die Größe, die wir jetzt wirklich vor uns haben. Wenn wir nun fragen, ob es wirtschaftlich vorteilhaft sei oder nicht, diesen Bestand noch n Jahre wachsen zu lassen, so ist in Rechnung zu stellen, was er von jetzt an kosten wird

1) In etwas anderer Form derselbe Ausdruck, den G. Heyer für das Prozent der laufend jährlichen Verzinsung aus dem Wertszuwachse des Bestandes gibt, indem er diesen auf den „prolongierten, entlasteten Produktionsfonds" bezieht. — „Handbuch der forstlichen Statik." 1871. a. a. O. S. 110 flg.

und was er dafür an Wertszuwachs leistet. Ob der a jährige Bestand mehr oder weniger gekostet hat, als sein Wert A_a besagt, berührt uns nicht, weil möglicher Gewinn oder Verlust der Vergangenheit angehört, nicht der Zukunft. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend berechnen wir w aus der Gleichung

$$A_{a+n} + D_m 1{,}0p^{a+n-m} - A_a = (A_a + g)(1{,}0w^n - 1),$$

hieraus

$$w = 100\left(\sqrt[n]{\frac{A_{a+n} + D_m 1{,}0p^{a+n-m} + g}{A_a + g}} - 1\right).$$

Mit Hilfe dieser Formel sind die Weiserprozente der in § 11 mitgeteilten finanziellen Ertragstafel berechnet, wobei ein p von 3% zugrunde gelegt wurde.

Beispiele nach dieser Tafel: Die Endnutzung des 60jährigen Bestandes beträgt 1970 Mk., die des 70jährigen 2892 Mk., außerdem liefert der Zwischenbestand im 70. Jahre noch einen Ertrag von 195 Mk., welcher mit als Endnutzung erscheint. Die Bodenbruttorente $r' = r + v$ des finanziellen Umtriebes im 90. Jahre ist 17,387 Mk., folglich $g = B_u + V = \frac{17{,}387}{0{,}03} = 579{,}57$ Mk. Das Weiserprozent w im 7. Jahrzehnte beträgt sonach

$$w = 100\left(\sqrt[10]{\frac{2892 + 195 + 579{,}57}{1970 + 579{,}57}} - 1\right) = 3{,}70.$$

Der 80jährige Bestand liefert einen Endertrag von 4472 Mk., der 100jährige einen solchen von 7414+180=7594 Mk., außerdem entfallen im 90. Jahre 198 Mk. Vornutzung. Weiserprozent für die Zeit vom 80.—100. Jahre daher

$$w = 100\left(\sqrt[20]{\frac{7414 + 180 + 198 \,.\, 1{,}03^{10} + 579{,}57}{4472 + 579{,}57}} - 1\right) = 2{,}60.$$

Hiernach fällt die finanzielle Reife des Bestandes in die Zeit zwischen dem 80. und 100 Jahre.

Folgende für die Praxis genügende Näherungsformel zur Berechnung von w lehrt Preßler:

$$w = (a + b + c)\frac{A}{A + G}.$$

Es bedeuten hier a, b und c die bekannten Zuwachsprozente, A das arithmetische Mittel aus dem gegenwärtigen und künftigen Ertrag, also $\frac{A_a + A_{a+n} + D_m 1{,}op^{a+n-m}}{2}$ endlich G das Grundkapital $B_u + V + C$ [1]). Unter C ist das „Kulturkapital" (zu vergl. § 14) zu verstehen.

Hat die Größe A_a einen Jahreszuwachs von $a + b + c = p\,\%$, so beträgt das Zuwachsquantum des nächsten Jahres $\frac{A_a p}{100}$. Dieser Wert wird im Prozentsatze w für Holz- und Grundkapital gefunden durch die Proportion

$$(A_a + G) : 100 = \frac{A_a p}{100} : w,$$

hieraus $w = p\frac{A_a}{A_a + G}$.

Man kommt nun der Wahrheit sehr nahe, wenn man, wie oben geschehen, anstatt A_a das arithmetische Mittel in die Formel einsetzt.

Auch für die Berechnung des Grundkapitales G läßt sich ein vollständig genügender Näherungswert finden. Man betrachtet die Summe aus dem erntekostenfreien Werte des annähernd dem finanziellen Umtriebe entsprechenden Bestandes und dem seiner auf das Jahr u prolongierten Vorerträge als den u jährigen Endzins von G,

1) Die Zurechnung von C ist nicht richtig, weil die Kulturkosten bereits in den Bestandeswert übergegangen sind. Vgl. auch Preßler, Der rationelle Waldwirt, Heft 8 S. 109.

findet daher letztere Größe durch Division dieser Summe mit $1{,}0p^u - 1$. Die Rechnung ist nicht für jeden Einzelbestand, sondern nur für größere, annähernd gleichartige Standortsverhältnisse zeigende Bestandsgruppen oder auch nur für ganze Betriebsklassen durchzuführen.

Die Summe der Vorerträge drückt man am besten im durchschnittlichen Prozentsatz zur Endnutzung aus. Nach der Tafel in § 11 würde diese Summe ungefähr betragen im 60. Jahre 21 %, im 70. Jahre 26 %, im 80. Jahre 29 %, im 90. Jahre 32 %, im 100. Jahre 39 %, im 110. Jahre 48 %, im 120. Jahre 64 % [1]).

Zur Erläuterung dieser Rechnung sei erwähnt, daß z. B. der Endertrag im 90. Jahre 6200 + 198 beträgt, denn der in Spalte *g* angegebene Vorertrag von 198 erscheint als solcher nur dann, wenn der Bestand noch über das 90. Jahr hinaus stehen bleiben soll. Die Summe der wirklich bis dahin bezogenen Vorerträge beträgt in entsprechenden Nachwerten nach Spalte *h* 2223,322 — 198 = 2025,322, der gesuchte Prozentsatz demnach $\frac{2025{,}322 \cdot 100}{6398} = 31{,}65$.

Hiernach berechnet sich das Grundkapital $G = B_u + V + C$

$$\text{für } u = 70 \text{ auf } \frac{A_{70} + 0{,}26\,A_{70}}{1{,}03^{70} - 1} = 0{,}18\,A_{70}$$

$$\text{„ } u = 80 \text{ „ } \frac{A_{80} + 0{,}29\,A_{80}}{1{,}03^{80} - 1} = 0{,}13\,A_{80}$$

$$\text{„ } u = 90 \text{ „ } \frac{A_{90} + 0{,}32\,A_{90}}{1{,}03^{90} - 1} = 0{,}10\,A_{90}$$

$$\text{„ } u = 100 \text{ „ } \frac{A_{100} + 0{,}39\,A_{100}}{1{,}03^{100} - 1} = 0{,}08\,A_{100}.$$

Für das Weiserprozent in der Zeit vom 80.—100. Jahre erhalten wir demnach folgenden Näherungsweg.

1. Quantitätszuwachs-Prozent a.

$$a = \frac{674 + 30 + 33 - 559}{674 + 30 + 33 + 559} \cdot \frac{200}{20} = 1{,}37.$$

2. Qualitätszuwachsprozent b.

Die jetzige Qualitätsziffer q oder der durchschnittliche von den Erntekosten befreite Einheitspreis des 80jährigen Hauptbestandes beträgt 8 Mk.

Die künftige Qualitätsziffer Q für den 100jährigen Bestand berechnet sich unter Berücksichtigung der eingehenden Durchforstungserträge auf

$$\frac{674 \cdot 11 + 30 \cdot 6 + 33 \cdot 6 \cdot 1{,}03^{10}}{674 + 30 + 33} = 10{,}665.$$

$$b = \frac{10{,}665 - 8}{10{,}665 + 8} \cdot \frac{200}{20} = 1{,}43.$$

3. Das dem finanziellen Umtrieb entsprechende $G_{90} = 0{,}10\,A_{90} = 0{,}10(6200 + 198) = 639{,}8$ M.

4. Der gegenwärtige Wert des 80jährigen Hauptbestandes ist 4472 Mk. Voraussichtlicher Wert des 100jährigen Bestandes samt den innerhalb der nächsten 20 Jahre ausfallenden Vorerträgen ist $7414 + 180 + 198 \cdot 1{,}03^{10} = 7860{,}10$ M.

Sonach mittlerer Bestandeswert $A = \frac{4472 + 7860{,}10}{2} = 6166$ M.

5. Hieraus Weiserprozent ohne Teuerungszuwachs

$$w = (a + b)\,\frac{A}{A + G} = (1{,}37 + 1{,}43)\,\frac{6166}{6166 + 640} = 2{,}80 \cdot 0.906 = 2{,}54.$$

Infolge der Anwendung der Näherungsrechnung auf einen 20jährigen Zeitraum ist dieses w um 0,06 kleiner, als das oben nachgewiesene.

Das hier in Rechnung gestellte G enthält noch das Preßlersche Kulturkapital C, würde also genau gleich der Summe $B_u + V + C = g + C$ sein, wenn die Vornutzungen nicht bloß annähernd im Prozentsatz der Endnutzung, sondern ganz richtig in Ansatz gebracht worden wären. Der Betrag von C, im obigen Beispiele $\frac{50 \cdot 1{,}03^{90}}{1{,}03^{90} - 1} = 53{,}76$ M., ist indessen so unerheblich, daß man für die praktische Näherungsrechnung einfach die Größe G annehmen darf. Wollte man auch hier der Folgerichtigkeit wegen nur die Größe g anwenden, so müßte man C von G

1) Unter Umständen können diese Prozentsätze noch wesentlich höhere sein.

in Abzug bringen. Auf das Endergebnis bleibt dies ohne beachtenswerten Einfluß. Der Näherungswert von g würde sein 639,8—53,76 = 586,04, folglich der Reduktionsbruch $\frac{A}{A+G} = \frac{6166}{6166+586} = 0{,}913$, und daher $w = (1{,}37 + 1{,}43)\ 0{,}913 = 2{,}56$.

Der Zwischenbestand kann ebenso wie der Hauptbestand mit Hilfe der Lehre vom Weiserprozent nach seiner Erntereife gefragt werden. Preßler[1]) unterscheidet drei Arten des Zwischenbestandes:

1. Der nützliche Zwischenbestand, der durch Erhaltung des Schlusses überhaupt als Bodenschutzholz den Zuwachs des Hauptbestandes fördert. — Hat der Vorrat des Hauptbestandes A den m fachen Wert des Zwischenbestandes h, ist also $m = \frac{A}{h}$, wächst ferner h mit (a + b) %, und würde dessen Aushieb den Zuwachs von A für die nächsten n Jahre um A . 0,0d benachteiligen, so produziert das stehen bleibende h jährlich $h\frac{a+b}{100} + A\frac{d}{100}$, und das Weiserprozent für h fände sich aus der Gleichung

$$h \,.\, 0{,}0w = h\frac{a+b}{100} + A\frac{d}{100},$$

hieraus

$$w = (a+b) + \frac{A}{h}\,.\,d = (a+b) + dm.$$

2. Der gleichgültige Zwischenbestand bewirkt kein d, sein w ist also gleich seinem a + b.

3. Der schädliche Zwischenbestand ist ein solcher, dessen Aushieb den Zuwachs des Hauptbestandes um A . 0,0d heben, dessen Nichtaushieb diese Hebung hindern würde. Das stehenbleibende h wirkt daher nicht positiv, sondern negativ, und wird deshalb sein

$$w = (a+b) - \frac{A}{h}\,.\,d = (a+b) - dm.$$

In der Regel wird es freilich unmöglich sein, die Größe d auch nur annähernd zu bestimmen, deshalb haben diese Formeln wenig praktischen Wert, wissenschaftlichen Wert haben sie jedoch insofern, als sie einem richtigen wirtschaftlichen Grundgedanken einen klaren mathematischen Ausdruck geben.

Etwas anders würde sich die Rechnung gestalten, wenn man dem Zwischenbestand einen Anteil des Grundkapitals zuweisen wollte, dann müßte entsprechende Reduktion des w erfolgen.

IV. Das normale Altersklassenverhältnis.

1. Der Jahresschlag.

§ 16. Soll in einem Walde der Nachhaltsbetrieb durchgeführt werden, so muß alljährlich eine gewisse Fläche zum Abtrieb kommen können, die man Jahresschlag nennt. Am einfachsten gestaltet sich die Rechnung für den Niederwald und Hochwald mit Kahlschlägen. Ist die Waldfläche = F, der Umtrieb = u, so wird der Jahresschlag $i = \frac{F}{u}$. Für den Niederwald stets, für den Hochwald mit Kahlschlägen nur unter der Voraussetzung, daß der Anbau dem Abtrieb unmittelbar folgt. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, sondern bleibt der Jahresschlag aus irgend welchen wirtschaftlichen Gründen (Rüsselkäfergefahr, landwirtschaftliche Vornutzung usw.) w Jahre unangebaut als Blöße liegen, so wird $i = \frac{F}{u+w}$. Der

1) s. Neumeister „Forst- und Forstbetriebseinrichtung". 1888. S. 36 u. f.

Wald setzt sich dann nicht bloß aus u Bestandsgliedern in 1- bis u jähriger Abstufung zusammen, sondern enthält auch noch die w malige Blöße, also überhaupt eine Anzahl von u + w Gliedern.

Im Hochwalde mit Blenderschlagbetrieb faßt man zu einem Periodenschlag so viele Jahresschläge zusammen, als der Verjüngungszeitraum Jahre zählt. Ist die Anzahl der letzteren m, so ist der Periodenschlag $\frac{F}{u} . m$. Der Umtrieb u ist hier gleich dem Alter des Bestandes bei Beginn der Blenderung oder Vorverjüngung, die Bäume des letzten Räumungsschlages würden u + m jährig.

Im Mittelwalde richtet sich die Größe des Jahresschlages nur nach dem Unterholz und ist $\frac{F}{u}$, wenn u den Umtrieb des Unterholzes bedeutet.

Dem Blenderwalde fehlt der Jahresschlag im gewöhnlichen Sinne des Wortes, da niemals ein vollständiger Abtrieb stattfindet. Die Größe der jährlich der Blenderung zu unterwerfenden Fläche richtet sich nicht nach dem Umtriebe, sondern nach der Zeit, die verfließen soll, ehe der Hieb wieder denselben Waldteil trifft. Bezeichnen wir diese Umlaufszeit mit l, so beträgt die Größe des in einem Jahre zu durchblendernden Waldteiles $\frac{F}{l}$. Selbstverständlich muß l stets viel kleiner als u sein, wird es gleich 1, so findet die Blenderung jährlich im ganzen Walde statt.

2. Das Größenverhältnis der Altersklassen.

§ 17. In größeren Waldungen mit irgend hohem Umtriebe ist es nicht möglich, die Bestände nach ihrer Altersverschiedenheit in jährlicher Abstufung zu trennen, man faßt deshalb eine Anzahl von Altersstufen als Altersklassen zusammen. Die normale Größe einer solchen Altersklasse wird bedingt durch die Größe des Jahresschlages (i) und die Anzahl der zusammengefaßten Altersstufen. Umfaßt eine Klasse alle Bestände von n jähriger Abstufung, so beträgt deren Größe $n \times i$. — Die Anzahl der Altersklassen $\frac{u}{n}$ ist veränderlich. — Will man, was hier und da noch üblich, eine gleiche Anzahl der Altersklassen festhalten, so wird n zu einer veränderlichen Größe, es wächst mit der Größe u; man verliert dadurch jede klare Uebersicht über das wirkliche Altersklassenverhältnis eines Revieres mit verschiedenen Umtrieben.

Für n wählt man gern eine runde, mit den Revisionszeiträumen (Gültigkeitsdauer des Wirtschaftsplans) wenigstens insoweit übereinstimmende Zahl, daß sie ein Vielfaches dieser Zeiträume ist. Am einfachsten und übersichtlichsten gestaltet sich das Altersklassenverhältnis, auch in seiner weiteren Entwickelung, wenn man n gleich dem Revisionszeitraum annimmt. Die jüngste Altersklasse bezeichnet man mit I, die im Alter nächstfolgende mit II usw., oder auch mit a, dann b, c usw.

Bei der Naturverjüngung im Großschlag müssen die Stufen der Altersklassen stets ein Vielfaches des in der Regel 10 jährigen Revisionszeitraums sein, sie umfassen meist den doppelten Zeitraum, betragen also 20 Jahre, wie dies auch der Periodendauer des Fachwerks entspricht. Es hängt dies mit der Dauer des allgemeinen Verjüngungszeitraums beim Großschlag, d. h. der Zeit zusammen, in der Großbestände natürlich verjüngt werden können, diese darf aus waldbaulichen Gründen im allgemeinen nicht unter 20 Jahren angesetzt werden; zumeist genügt selbst dieser Zeitraum nicht! Nur für Kahlschlagbetrieb (sächsische Fichtenwirtschaft) und für Naturverjüngung im Blendersaumschlag (vgl. Wagner, Der Blendersaumschlag und sein System 1912 S. 277 und 279 ff.) ist eine Abstufung in 10jährigen Altersklassen durchführbar.

Diese Verschiedenheit von Gültigkeitsdauer des Wirtschaftsplans und Abstufung der Altersklassen ist nun aber für die Ertragsregelung in hohem Maße mißlich, weil durch sie eine Verfolgung der Altersklassenentwicklung unter der Einwirkung des gewählten Nutzungssatzes sehr erschwert ist und daher das Altersklassenverhältnis in seinem Werte als Kontrollorgan der Wirtschaft in bezug auf Nachhaltigkeit beeinträchtigt wird.

Vom Standpunkte der Altersklassenmethoden wäre daher unbedingt zu fordern, daß volle Uebereinstimmung zwischen Altersklassenabstufung und Revisionszeitraum hergestellt wird — wie sie die sächsische Forsteinrichtung besitzt. Lassen sich, wie beim naturverjüngenden Großschlage die Altersklassen nicht nach Jahrzehnten gliedern, so müßte der Revisionszeitraum und damit die Gültigkeitsdauer des Wirtschaftsplans entsprechend von 10 auf 20 Jahre und gegebenen Falls weiter verlängert werden und die Wirtschaft müßte sich in der Zwischenzeit auf Zwischenrevisionen beschränken. Nur in diesem Falle kann das Altersklassenverhältnis die ihm zukommende Bedeutung bei der Ertragsregelung im schlagweisen Hochwald erlangen und seine Aufgabe voll erfüllen.

Hier mag — für den Hochwald — noch besonders darauf hingewiesen werden, daß sich das Altersklassenverhältnis nur bei schlagbildenden Formen im Flächenmaße ausdrücken und wirklich zuverlässig nur beim gleichaltrigen Hochwald und beim Blendersaumschlag [1]) ermitteln läßt, nicht aber bei allen ungleichaltrigen Formen (Blenderschlag und Blenderbetrieb).

§ 18. Im Hochwald mit Kahlschlagbetrieb ist eine Altersklasse $A = n \times i$, also auch $= n \times n \frac{F}{u}$ oder auch $n \times \frac{F}{u+w}$, je nachdem der Schlag sofort angebaut wird oder w Jahre liegen bleibt. Das Klassenverhältnis gilt als normales bezüglich der Größe der einzelnen Altersklassen, wenn diese obiger Bedingung entsprechen. Für n wählt man gewöhnlich 10 oder 20 Jahre, je nachdem man es mit einer kahlhauenden oder naturverjüngenden Großschlagwirtschaft zu tun hat.

Beispiel. Ein 1092 ha großer Wald soll im 90jährigen Umtriebe bewirtschaftet werden. Der Jahresschlag bleibt stets ein Jahr als Blöße liegen. Das normale Altersklassenverhältnis gestaltet sich, wenn n = 20, wie folgt:

Blößen		$= \frac{F}{u+1} = \frac{1092}{91} =$	12 ha
A_I	(1—20j. Bestände)	= 12 . 20 =	240 „
A_{II}	(21—40j. „)	= 12 . 20 =	240 „
A_{III}	(41—60j. „)	= 12 . 20 =	240 „
A_{IV}	(61—80j. „)	= 12 . 20 =	240 „
A_V	(81—90j. „)	= 12 . 10 =	120 „
			F = 1092 ha.

Die übliche Annahme, daß das Altersklassenverhältnis dann normal sei, wenn alle Klassen die normale (gleiche) periodische Flächenquote tatsächlich aufweisen, trifft übrigens meist nicht zu. Bei allen gefährdeten Betrieben, besonders wo die Nadelhölzer vorherrschen, sieht vielmehr das normale Altersklassenverhältnis etwas anders aus. Hier könnten gleiche Altersklassen, wenn sie vorhanden wären, selbst bei bester Wirtschaft nicht erhalten werden. Hier müssen im Beharrungszustand vielmehr die ältesten Altersklassen mit kleinerer Fläche vertreten sein, als die jüngeren und zwar nach Maßgabe des mittleren Abgangs an noch nicht hiebsreifen Beständen im Laufe des Bestandeslebens infolge von Beschädigungen aller Art (durch Feuer, Schnee, Pilze, Sturm, Insekten usw.), vgl. auch Eberhard „Altersklassenverhältnis und periodische Nutzungsfläche", A. F.- u. J.-Z. 1911, S. 189.

1) Vgl. Wagner, Der Blendersaumschlag und sein System, 1912, S. 277.

§ 19. Im Hochwald mit Blender- und Schirmschlagbetrieb ist stets das jüngste und älteste Holz untereinander gemengt. Die dadurch entstehende gemischte Altersklasse nennt man Verjüngungsklasse, A_v. Diese läßt sich nicht ganz scharf abgrenzen, sie enthält Uebergangsformen nach der ältesten und solche nach der jüngsten Altersklasse. Durch die Masse des in ihr enthaltenen Altholzes läßt sich ein ungefährer Maßstab gewinnen. Ist mindestens $1/5$ des Massenvorrates aus dem alten Bestande zum Zwecke der Vorverjüngung entnommen, so wird er zur Verjüngungsklasse gerechnet; steht höchstens noch $1/5$ der Holzmasse des Vollbestandes auf der Fläche, und ist mindestens $1/4$ derselben mit Nachwuchs bestockt, so verwandelt sich die Verjüngungsklasse in die jüngste Altersklasse [1]).

Im Alter u tritt der alte Vollbestand durch Entnahme von etwa $1/5$ seiner Masse in die Verjüngungsklasse über. Dauert der Verjüngungszeitraum, nach dem sich A_v in die jüngste Altersklasse verwandelt, m Jahre, so werden die ältesten Bäume des Räumungsschlages u + m jährig (jedoch nur, wenn der Bestand vorher gleichaltrig war). Nimmt man ferner an, daß nach dem Uebertritte des alten Bestandes in die Verjüngungsklasse w Jahre vergehen, ehe die Begründung des neuen Bestandes vollständig erfolgt, so ist wie bei dem Kahlschlagbetriebe der Jahresschlag mit $\frac{F}{u+w}$ zu berechnen. Die Verjüngungsklasse enthält dann die gedachte Blöße, von der jüngsten Altersklasse die 1- bis m — w jährigen Hölzer, ferner die u + 1- bis u + m-jährigen Althölzer. Bei sehr langem Verjüngungszeitraum, wenn m — w = oder > n, kommt die jüngste Klasse für sich allein gar nicht vor, selbst ein Teil der zweiten Klasse kann mit in A_v enthalten sein.

Das Größenverhältnis der einzelnen Altersklassen ist hier allgemein folgendes:

$$A_I = \frac{F}{u+w} \cdot \left(n - (m - w)\right)$$

$$A_{II},\ A_{III}\ \text{usw.} = \frac{F}{u+w} \cdot n$$

$$A_v = \frac{F}{u+w} \cdot m.$$

Für den Fall, daß (m—w) = oder > n, wird

$$A_I = 0$$

$$A_{II} = \frac{F}{u+w} \cdot \left(2n - (m - w)\right)$$

$$A_{III} = \frac{F}{u+w} \cdot n,\ \text{usw.}$$

Für den Blenderschlagbetrieb trägt der gedachte arithmetische „Normalzustand" noch weit mehr den Charakter des Idealen, als für den Kahlschlagbetrieb. Verjüngungsklasse, älteste und jüngste Altersklasse werden unter sich stets Schwankungen zeigen, sie sind daher nur summarisch in das Auge zu fassen. Das größere Gewicht ist auf die allmähliche Gestaltung der mittleren Altersklassen zu legen.

Nimmt man für die älteste Altersklasse allgemein s Altersstufen an, so erhält man

$$A_{\text{älteste}} + A_v + A_I = \frac{F}{u+w}\,(s+w+n),$$

oder mit Einbeziehung der zweiten Altersklasse

1) Diese Vorschrift ist den älteren „Anweisungen für die Taxationsnachträge" im Kgr. Sachsen entnommen.

$$A_{\text{älteste}} + A_v + A_I + A_{II} = \frac{F}{u+w}(s+w+2n);$$

für den Inhalt einer mittleren vollen Klasse bleibt $\frac{F}{u+w} . n$.

Unter der Voraussetzung, daß die Begründung des jungen Bestandes sofort mit dem Eintritte des Altholzes in die Verjüngungsklasse gelingt, eine Voraussetzung, die meist wohl nur die Anwendung der künstlichen Vorverjüngung gestattet, wird in obigen Formeln die Größe w einfach = Null.

Beispiel. Für den 1092 ha großen Wald sei $u = 90$, $w = 10$ und $m = 30$, so wird:

$$A_I = 0 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 0 \text{ ha}$$

$$A_{II} = \frac{1092}{90+10} . (2 . 20 - (30 - 10)) = 218{,}4 \text{ „}$$

$$A_{III} = \frac{1092}{90+10} . 20 = 218{,}4 \text{ „}$$

$$A_{IV} = \frac{1092}{90+10} . 20 = 218{,}4 \text{ „}$$

$$A_V = \frac{1092}{90+10} . 10 = 109{,}2 \text{ „}$$

$$A_v = \frac{1092}{90+10} . 30 = 327{,}6 \text{ „}$$

$$F = 1092 \text{ ha.}$$

Unter Anwendung der Summenformel:

$$A_V + A_v + A_I + A_{II} = \frac{1092}{90+10} . (10 + 10 + 2 . 20) = 655{,}2 \text{ ha}$$

$$A_{III} + A_{IV} = 2 . \frac{1092}{90+10} . 20 = 436{,}8 \text{ „}$$

$$F = 1092 \text{ ha.}$$

§ 20. Der Niederwald wird stets in so kurzem Umtriebe bewirtschaftet, daß eine 20jährige Abstufung der Altersklassen nicht möglich ist. Man setzt deshalb wohl, sofern man überhaupt Altersklassen bildet, $n = 5$, so daß A_I die 1- bis 5jährigen, A_{II} die 6- bis 10jährigen usw. Bestände umfaßt. Bei 10jährigen Revisionszeiträumen empfiehlt es sich aber wohl auch hier, n zu 10 Jahren anzunehmen.

Ein Eichenschälwald von 160 ha im 16jährigen Umtriebe wäre normal bestockt, wenn

$$A_I = \frac{160}{16} . 5 = 50 \text{ ha}$$

$$A_{II} = \frac{160}{16} . 5 = 50 \text{ „}$$

$$A_{III} = \frac{160}{16} . 5 = 50 \text{ „}$$

$$A_{IV} = \frac{160}{16} . 1 = 10 \text{ „}$$

Unter der Annahme von $n = 10$ würde A_I 100 ha und A_{II} 60 ha umfassen.

§ 21. Der Mittelwald schließt sich bezüglich des Unterholzes ganz dem Niederwald an. Der Jahresschlag ist $\frac{F}{u}$, und eine n Jahre umfassende Altersklasse $\frac{F}{u} \times n$. Der Teil des Unterholzes, der beim Abtrieb zur Ergänzung des Oberholzes übergehalten wird, bildet die jüngste Oberholzklasse. Ist der Umtrieb des Oberholzes U, so beträgt dieser Teil auf einem Schlage $\frac{F}{U}$, für die ganze Unterholzklasse sonach $\frac{F}{U} . n$.

Der Umtrieb des Oberholzes U muß immer ein Vielfaches des Unterholzumtriebes u sein, weil man Oberholz nur zu derselben Zeit wie das Unterholz schlagen

kann. Es ist also allgemein $U = u \times m$ und $\frac{U}{u} = m$. Betrachtet man nun die noch im Unterholz enthaltene, jüngste, 1- bis ujährige Oberholzklasse nicht als zum Unterholze gehörig, sondern getrennt, so erhält man für die ujährig abgestuften Oberholzklassen die Anzahl m. Rechnete man die jüngste Oberholzklasse noch zum Unterholze, so würde die Anzahl der Oberholzklassen durch die Formel $\frac{U}{u} - 1$ auszudrücken sein. Dabei ist zu beachten, daß die Oberholzklassen nicht derartig räumlich getrennt sind, wie bei der Kahlschlagwirtschaft oder wie beim Unterholze, sondern auf den Flächen der einzelnen Jahresschläge gemengt vorkommen, so daß jeder Jahresschlag $\frac{1}{u}$ jeder Oberholzklasse enthält.

Unmittelbar vor dem Hiebe finden wir daher
auf dem ältesten Schlage ujähriges Unterholz,
u-, 2 u-, 3 u- . . . . m u jähriges Oberholz,
„ „ jüngsten „ 1jähriges Unterholz,
1-, u + 1-, 2 u + 1-, ... (m—1) u + 1jähr. Oberholz.

Die Zwischenstufen reihen sich entsprechend ein, es hat also das Oberholz des normalen Mittelwaldes wie der normale Hochwald eine Altersstufenfolge von 1- bis m u- = 1- bis Ujährigen Bäumen.

Beispiel. Ein 120 ha großer Mittelwald, dessen U = 120, dessen u = 15, hat 8 Oberholzklassen, von denen sich allerdings nur 7 scharf abheben. Auf dem gerade zum Hiebe vorliegenden, 8 ha großen Jahresschlage findet sich 15 jähriges Unterholz, 120-, 105-, 90-, 75-, 60-, 45-, 30- und 15 jähriges Oberholz. Der jüngste Schlag enthält zu dieser Zeit 1 jähriges Unterholz, 106-, 91-, 76-, 61-, 46-, 31-, 16- und 1 jähriges Oberholz.

Den Flächenanteil jeder Oberholzklasse kann man nur unter der Voraussetzung ermitteln, daß jede Klasse eine bestimmte Fläche beschirmt und dazu eine bestimmte Anzahl von Stämmen besitzen muß. Die jüngste Klasse wird also die meisten, die älteste die wenigsten Stämme haben. Nach Holzart und Standort ist die Beschirmung verschieden. Denkt man sich nun die Altersklassen des Oberholzes nicht gemischt, sondern räumlich geschieden, dann ist der Mittelwald, abgesehen vom Unterholz, unter Beibehaltung derselben Oberholzmenge und desselben Schlusses ein Hochwald mit räumigem Schlusse. Die den einzelnen Klassen zuzuweisenden Flächenanteile können daher als gleich große gedacht werden. Allmählich geht jede jüngere Klasse durch alle folgenden Altersstufen hindurch, bis sie als älteste abgetrieben wird. Die Schirmfläche eines normalen Hauptbaumes bleibt dieselbe, ebenso der normale Schluß, in dem er zu andern Stämmen steht. Bei jedem Hiebe muß daher auch eine gleich große Fläche zum Abtriebe gelangen, auf der die neue, jüngste Klasse wieder durch natürliche Verjüngung oder künstlichen Anbau begründet wird. So stellt sich die angenommene Klassenverteilung her.

Der Jahresschlag i ist $= \frac{F}{u}$, die Anzahl der Oberholzklassen $\frac{U}{u} = m$, folglich ist der Flächenanteil jeder Altersklasse auf jedem Schlage $\frac{F}{m \cdot u} = \frac{F}{U} = \frac{i}{m}$. Da nun der ganze Wald aus u Schlägen besteht, so enthält jede ujährig abgestufte Oberholzklasse im Normalzustand $\frac{i \cdot u}{m} =$ Flächeneinheiten. Rechnungsmäßig verhält sich also die Sache ähnlich wie im Hochwalde, der Unterschied besteht aber in anderer Verteilung der einzelnen Altersstufen, in der räumigen, durch die Schirmfläche der Einzelstämme und den Schluß bedingten Stellung, endlich darin, daß keine Blöße vorgesehen ist.

Beispiel. Der 120 ha große Mittelwald, dessen U = 120, dessen u = 15, hat 8 Oberholzklassen in 15 jähriger Abstufung.

Der normale Jahresschlag i ist gleich $\frac{120}{15} = 8$ ha.

Auf jedem Schlage beträgt der Flächenanteil jeder Altersklasse $\frac{i}{m} = \frac{8}{8} = 1$ ha.

Flächengröße und Verteilung der einzelnen Altersklassen gestalten sich folgendermaßen:

Aeltester, 1. Schlag: Unterholz: 8 ha 15 jährig.
Oberholz: 1 ha 15-, 1 ha 30-, 1 ha 45- 1 ha 60-, 1 ha 75-, 1 ha 90-, 1 ha 105-, 1 ha 120 jährig.

Nächstfolgender, 2. „ Unterholz: 8 ha 14 jährig,
Oberholz: 1 ha 14-, 1 ha 29-, 1 ha 44-, 1 ha 59-, 1 ha 74-, 1 ha 89-, 1 ha 104-, 1 ha 119 jährig.

. .
: :

Jüngster, 15. „ Unterholz: 8 ha 1 jährig,
Oberholz: 1 ha 1-, 1 ha 16-, 1 ha 31-, 1 ha 46-, 1 ha 61-, 1 ha 76-, 1 ha 91-, 1 ha 106 jährig.

Für den ganzen Wald ergibt sich also bei 15 jähriger Abstufung des Oberholzes und 5 jähriger Abstufung des Unterholzes folgendes normale Klassenverhältnis:

Unterholz:

A_I	1— 5 jährig	40 ha
A_{II}	6—10 „	40 „
A_{III}	11—15 „	40 „
		F = 120 ha

Oberholz:

A_I	1— 15 jährig	15 ha
A_{II}	16— 30 „	15 „
A_{III}	31— 45 „	15 „
A_{IV}	46— 60 „	15 „
A_V	61— 75 „	15 „
A_{VI}	76— 90 „	15 „
A_{VII}	91—105 „	15 „
A_{VIII}	106—120 „	15 „
		F = 120 ha.

Die ganze Waldfläche erscheint sonach einmal an das Unterholz und einmal an das Oberholz verteilt.

Daß die Normalität des Altersklassenverhältnisses im Mittelwalde noch weit mehr idealer Natur ist als im Blenderschlagbetriebe, versteht sich von selbst. Einen arithmetischen Fingerzeig für die Behandlung des Mittelwaldes können wir jedoch immerhin daraus entnehmen [1]).

Durch entsprechende Verteilung des zugehörigen Oberholzes an die Unterholzklassen lassen sich sogenannte Mittelwaldklassen bilden, so daß also sämtliche Klassen auf die Zahl $\frac{u}{5}$ reduziert werden.

Im obigen Beispiel würde die jüngste, d. h. die I. Mittelwaldklasse enthalten:

1— 5 jähriges	Unterholz	40 ha
1— 5 „	Oberholz	5 „
16— 20 „	„	5 „
31— 35 „	„	5 „
46— 50 „	„	5 „
61— 65 „	„	5 „
76— 80 „	„	5 „
91— 95 „	„	5 „
106—110 „	„	5 „
	Summe 40 ha Unter- und 40 ha Oberholz	

Die III. Mittelwaldklasse würde enthalten:

11— 15 jähriges	Unterholz	40 ha
11— 15 „	Oberholz	5 „
26— 30 „	„	5 „
41— 45 „	„	5 „
56— 60 „	„	5 „
71— 75 „	„	5 „
86— 90 „	„	5 „
101—105 „	„	5 „
116—120 „	„	5 „
	Summe 40 ha Unter- und 40 ha Oberholz.	

§ 22. Im Blenderwald kommen die Altersklassen, wie beim Oberholz im Mittelwalde, nicht getrennt, sondern untereinander gemengt vor. Die Abstufung derselben wählt man zweckmäßig gleich der Umlaufszeit l oder als einen Quotienten aus der letzteren.

1) Zu vergl. W. Weise: „Die Taxation des Mittelwaldes.“ Berlin 1878. — Judeich, „Die Forsteinrichtung“. 6. Aufl. herausgeg. von Neumeister 1904, S. 110 ff.

Die Anzahl der Altersklassen wird daher $\frac{u}{l}$ oder, wenn eine Klasse nur $\frac{l}{m}$ Jahre umfassen soll, $\frac{m \cdot u}{l}$.

Beispiel. Ein Blenderwald im Hochgebirge sei 900 ha groß, $u = 150$, $l = 30$, so würde er im Normalzustande fünf Altersklassen enthalten, nämlich

A_{I}	1- bis 30 jähriges Holz	$\frac{900 \cdot 30}{150}$	= 180 ha
A_{II}	31- „ 60 „ „	„	= 180 „
A_{III}	61- „ 90 „ „	„	= 180 „
A_{IV}	91- „ 120 „ „	„	= 180 „
A_{V}	121- „ 150 „ „	„	= 180 „

Sollte die Abstufung nur $\frac{l}{2}$ betragen, so würden 10 Klassen, jede zu 90 ha vertreten sein müssen, was allerdings als etwas kleinlich für den Blenderwald anzusehen wäre.

3. Der räumliche Aufbau der Altersklassen.

§ 23. Noch wichtiger als das Größenverhältnis der einzelnen Altersklassen ist die richtige räumliche Verteilung derselben. Nur eine solche läßt die Gefahren, die dem Walde durch Elementarereignisse drohen, wie die Opfer an Zuwachsverlusten durch den Abtrieb unreifer oder durch das Stehenlassen überreifer Bestände möglichst vermindern. Eine strenge räumliche Folge ist jedoch nur im schlagweise behandelten Nadelwald notwendig.

Unter normaler Verteilung der Altersklassen ist jene zu verstehen, die allen Anforderungen einer richtigen Hiebsfolge entspricht, bei der sich also stets die nächstjüngere an die vorhergehende, ältere Klasse in jedem Hiebszuge anschließt [1]).

In nachfolgenden Figuren geben die Pfeile die Hiebsrichtung an.

Bei einem Kahlschlagbetriebe mit 2 jähriger Blöße, dessen $u = 100$.

←

A_{I}	A_{II}	A_{III}	A_{IV}	A_{V}	Bl.

Alle u Jahre wiederholt sich dieselbe Gruppierung. Nach 20 Jahren würde die normale Verteilung folgende sein:

←

A_{II}	A_{III}	A_{IV}	A_{V}	Bl.	A_{I}

Für den Blenderschlagbetrieb, dessen $u = 100$, $m = 30$, $w = 5$.

←

A_{II} 26—40j.	A_{III} 41—60j.	A_{IV} 61—80j.	A_{V} 81—100j.	A_{v} Bl., 1—25j. u. 101—130j.

Nach 20 Jahren:

←

A_{III} 46—60j.	A_{IV} 61—80j.	A_{V} 81—100j.	A_{v} Bl., 1—25j. u. 101—130j.	A_{II} 26—40j.	A_{III} 41 bis 45j.

§ 24. Für den Niederwald und für das Unterholz des Mittelwaldes gestaltet sich die Sache genau so wie für den Kahlschlagbetrieb im Hochwald, nur

---

1) Vgl. hiezu dagegen oben § 4 Fußnote 1, sowie Wagner, der Blendersaumschlag und sein System 1912, S. 246 ff.

daß hier eine normale Blöße nie erscheinen kann. Die strenge Folge der Klassen ist hier entbehrlich.

Das Oberholz eines Mittelwaldes, dessen Unterholz im u jährigen, dessen Oberholz im 8u jährigen Umtrieb bewirtschaftet werden soll, zeigt normal folgende Verteilung, wenn der Schlag 1 jetzt, der Schlag 2 nach einem Jahre, der letzte Schlag u nach u—1 Jahren zum Hiebe kommt:

u.			u—1.			←	2.			1. Schlag.		
Unterholz 1 jährig			Unterholz 2 jähr.				Unterholz u—1 jähr.			Unterholz u jähr.		
Oberholz:			Oberholz:				Oberholz:			Oberholz:		
1/u	I. Kl.	1 j.	1/u	I. Kl.	2 j.		1/u	I. Kl.	u—1 j.	1/u	I. Kl.	u jähr.
1/u	II. „	u+1 „	1/u	II. „	u+2 „		1/u	II. „	2u—1 „	1/u	II. „	2u „
1/u	III. „	2u+1 „	1/u	III. „	2u+2 „		1/u	III. „	3u—1 „	1/u	III. „	3u „
1/u	IV. „	3u+1 „	1/u	IV. „	3u+2 „	usw.	1/u	IV. „	4u—1 „	1/u	IV. „	4u „
1/u	V. „	4u+1 „	1/u	V. „	4u+2 „		1/u	V. „	5u—1 „	1/u	V. „	5u „
1/u	VI. „	5u+1 „	1/u	VI. „	5u+2 „		1/u	VI. „	6u—1 „	1/u	VI. „	6u „
1/u	VII. „	6u+1 „	1/u	VII. „	6u+2 „		1/u	VII. „	7u—1 „	1/u	VII. „	7u „
1/u	VIII. „	7u+1 „	1/u	VIII. „	7u+2 „		1/u	VIII. „	8u—1 „	1/u	VIII. „	8u „

Die Schläge 1—5 würden eine „Mittelwaldklasse“ bilden, ebenso die Schläge 6—10 und 11—15, wenn nach Voraussetzung des Beispieles in § 21 u = 15.

§ 25. Ein Blenderwald, dessen u = 150, dessen $l = 25$, müßte im Normalzustande unter Annahme von $\frac{150}{25} = 6$ Altersklassen in 25 jähriger Abstufung folgende Verteilung zeigen:

3. (halb)			← 2.			1.		
0,2	VI.	126—130 j.	0,4	VI.	131—140 j.	0,4	VI.	141—150 j.
0,2	V.	101—105 j.	0,4	V.	106—115 j.	0,4	V.	116—125 j.
0,2	IV.	76— 80 j.	0,4	IV.	81— 90 j.	0,4	IV.	91—100 j.
0,2	III.	51— 55 j.	0,4	III.	56— 65 j.	0,4	III.	66— 75 j.
0,2	II.	26— 30 j.	0,4	II.	31— 40 j.	0,4	II.	41— 50 j.
0,2	I.	1— 5 j.	0,4	I.	6— 15 j.	0,4	I.	16— 25 j.

Aus dem Schlage 1 würden im nächsten Jahrzehnt alle jetzt 141—150 jährigen Bäume zu entnehmen sein, dafür würde nach 10 Jahren der mit 2 bezeichnete Schlag die jetzige Altersklassenverteilung von 1 zeigen usw. Eine bestimmte räumliche Folge der Hauungen ist hier entbehrlich.

Man kann auch für das Bild des Idealzustands 5 Schläge mit 5 jähr. Altersabstufung entwerfen. Es kommen dann auf jedes Jahrfünft 1,2 Altersklassen, d. s. 6 fünfjährige Altersabstufungen, wie im obigen Schema z. B. die Hälfte des 3. Jahrzents zeigt.

Die Mengung der den verschiedenen Altersklassen angehörigen Bäume kann eine unregelmäßige sein oder auch ideal gedacht eine horst- oder streifenweise.

Wie für das Oberholz im Mittelwalde kann natürlich auch für den Blenderwald die hier angegebene Klassenverteilung nur ein ganz ideales, in der Wirklichkeit niemals erreichbares Bild bedeuten. Trotzdem können wir dasselbe nicht gut entbehren, wenn wir überhaupt einen leitenden Gedanken für die Forsteinrichtung gewinnen und nicht planlos wirtschaften wollen. Nur dürfen wir es nicht als „Normalwald“ bezeichnen!

Anmerkung. Für die vielfach empfohlenen Formen des zwei- oder mehrhiebigen Hochwaldbetriebes läßt sich selbstverständlich ebenfalls ein ideales Altersklassenverhältnis entwickeln. Da diese Betriebsformen jedoch bisher sehr wenig praktisch ausgebildet sind, verzichten wir hier um so mehr auf eine solche Entwickelung, als sie nach dem über Hochwald, Mittel- und Blenderwald Gesagten keine Schwierigkeiten bereitet.

V. Der Normalvorrat.

§ 26. Unter normalem Holzvorrat wird jener verstanden, der in einem Walde vorhanden ist, dessen Altersklassenverhältnis und Zuwachs normal beschaffen sind. Seine Größe steht im unmittelbaren Verhältnis zum Umtrieb; je höher dieser, desto größer der Vorrat. Die Berechnung des Normalvorrates erstreckt sich nur auf den Hauptbestand und kann entweder mit Hilfe von Ertragstafeln oder mittels des Durchschnittszuwachses erfolgen.

1. Hochwald. Kahlschlagbetrieb.

a) Berechnung mit Hilfe von Ertragstafeln.

§ 27. Besäßen wir für einen Wald eine einjährig abgestufte Tafel, so wäre die einfache Summe der Massen des 1jährigen, 2-, 3-, 4- usw. bis u jährigen Bestandes gleich dem Normalvorrat eines aus u Flächeneinheiten bestehenden Waldes zur Zeit unmittelbar vor dem Abtrieb des u jährigen Bestandes, zur Zeit des sogenannten Herbststandes.

Mit Hilfe einer n jährig abgestuften Tafel kann man einen genügend genauen Näherungswert für den Normalvorrat V_n finden, wenn man die Voraussetzung unterstellt, daß die Bestandsmassen innerhalb der n Jahre arithmetische Reihen bilden. Man erhält dann

Alter	Masse	Masse aller Altersstufen von
0 n	0 a	... 0 bis exkl. $a = (0 + a)\frac{n+1}{2} - a$
n 2n	a b	... a „ „ $b = (a + b)\frac{n+1}{2} - b$
2n 3n	b c	... b „ „ $c = (b + c)\frac{n+1}{2} - c$
3n 4n	c d	... c „ inkl. $d = (c + d)\frac{n+1}{2}$
		Summe $\frac{n+1}{2}(0 + 2a + 2b + 2c + d) - (a + b + c)$.

Hieraus $V_n = n\left(a + b + c + \frac{d}{2}\right) + \frac{d}{2}$ zur Zeit des Herbststandes.

Im Frühjahre, nach dem Abtriebe von d, würde die Summe V_n also mit Ausschluß von d zu berechnen sein und lautet

$$V_n = n\left(a + b + c + \frac{d}{2}\right) - \frac{d}{2}.$$

Der Wald setzt sich im Frühjahr nicht aus einer Reihe von 1- bis u jährigen, sondern aus einer solchen von 0- bis u—1jährigen Beständen zusammen.

Fürs Sommersmitte gilt das arithmetische Mittel aus beiden Werten, nämlich

$$V_n = n\left(a + b + c + \frac{d}{2}\right).$$

In diesem Falle setzt sich der Wald aus ½- bis u—½jährigen Beständen zusammen.

In einem 100 ha großen Walde, dessen Bestandesverhältnisse der in § 5 mitgeteilten Ertragstafel entsprechen, beträgt für den 100 jährigen Umtrieb, wenn wir die Masse des 10 jährigen Bestandes mit 18 fm veranschlagen, der Normalvorrat

für den Herbststand 10 (18 + 54 + 113 + 193 + 297 + 394 + 482 + 559 + 620 + 337) + 337 = 10 . 3067 + 337 = 31 007 fm,

für den Frühjahrsstand 10 . 3067 — 337 = 30 333 fm,

„ „ Sommerstand 10 . 3067 = 30 670 fm.

Derselbe Wald von 100 ha im 80 jährigen Umtriebe würde für den Sommerstand einen Normalvorrat haben von

$$10\left(18 + 54 \ldots\ldots + 482 + \frac{559}{2}\right) \cdot \frac{100}{80} = 18\,305 \cdot \frac{100}{80} = 22\,881 \text{ fm}.$$

b) Berechnung mit Hilfe des Durchschnittszuwachses.

Geht man von der Voraussetzung aus, daß der laufende Zuwachs in allen Lebensaltern der Bestände derselbe, und zwar gleich dem Haubarkeits-Durchschnitts-

zuwachs sei, so bildet der Massengehalt aller normal bestandenen Schläge vom jüngsten bis zum ujährigen Alter eine steigende, arithmetische Reihe, deren Summierung den Normalvorrat ergibt.

Bezeichnet a den Inhalt des einjährigen Bestandes, der auch gleich ist dem an jedem Bestand erfolgenden einjährigen Zuwachs z, t den Inhalt des ältesten, ujährigen Gliedes, der auch gleich ist der Summe des auf allen Schlägen erfolgenden Zuwachses Z, u die Anzahl der Glieder, so ist

$$\text{für den Herbststand } V_n = (a+t)\,.\,\frac{u}{2} = \frac{u\times a}{2} + \frac{u\times t}{2},$$

hieraus, da $u\times a = u\times z = t = Z$

$$V_n = \frac{u\times t}{2} + \frac{t}{2} = \frac{u\times Z}{2} + \frac{Z}{2};$$

$$\text{für den Frühjahrsstand } V_n = (0+[t-z])\,\frac{u}{2} = \frac{u\times t}{2} - \frac{u\times z}{2}$$

$$V_n = \frac{u\times t}{2} - \frac{t}{2} = \frac{u\times Z}{2} - \frac{Z}{2};$$

für den Sommerstand als arithmetisches Mittel aus den vorhergehenden Werten

$$V_n = \frac{u\times t}{2} = \frac{u\times Z}{2}.$$

V_n ist daher gleich dem Produkt aus dem Holzgehalte des ältesten Jahresschlages mit der halben Umtriebszeit.

In einem 100 ha großen Walde, für den unsere beispielsweise mitgeteilte Ertragstafel Geltung hätte, wäre für den 100 jährigen Umtrieb

der Herbststand von $V_n = \frac{100\,.\,674}{2} + \frac{674}{2} = 34\,037$ fm,

„ Frühjahrsstand „ $V_n = \frac{100\,.\,674}{2} - \frac{674}{2} = 33\,363$ „ ,

„ Sommerstand „ $V_n = \frac{100\,.\,674}{2} = 33\,700$ „ ,

Derselbe 100 ha große Wald im 80 jährigen Umtriebe würde für den Sommerstand einen V_n haben von

$$\frac{80\,.\,559}{2}\cdot\frac{100}{80} = 22\,360\cdot\frac{100}{80} = 27\,950 \text{ fm.}$$

Für den Umtrieb des höchsten Massenertrages (§ 11, 2) gibt diese Rechnung stets zu große Werte, weil alle unter u jährigen Bestände einen kleineren Durchschnittszuwachs haben als der u jährige Bestand. Für sehr hohe Umtriebe kann das Resultat mit dem der Summierung einer Ertragstafel übereinstimmen, wenn der Durchschnittszuwachs des u jährigen Bestandes zufälligerweise gleich ist dem Durchschnitt des Durchschnittszuwachses aller Bestände. Eine sachverständige Anwendung dieser Rechnung findet trotz ihres Fehlers [1]) ihre Rechtfertigung durch die Annahme, daß jeder jüngere als u jährige Bestand im wirtschaftlichen Sinne nichts anderes als eine Anweisung auf den im u ten Jahre fälligen Endertrag sei.

2. Blender- oder Femelschlagbetrieb.

a) Berechnung mit Hilfe von Ertragstafeln.

§ 28. V_n wird am richtigsten gefunden, wenn man den für den Kahlschlagbetrieb berechneten Vorrat um die Summe des Altholzvorrates in der Verjüngungs-

1) Man hat diesen Fehler durch Anwendung von mittleren Reduktionsfaktoren auszugleichen gesucht. Zu vergl. z. B. Strzelecki in A. F. u. J.Z. 1883, welcher für die Tanne 0,45u, für die Fichte 0,47u usw. anstatt 0,5u setzt. Dieser Ausgleich ist immerhin nur ein unvollkommener, weil mathematisch streng genommen jeder Umtrieb einen anderen Faktor verlangen würde.

klasse vermehrt. Es setzt diese Rechnung voraus, daß die Maße der 1- bis m jährigen Bestände in der Verjüngungsklasse vollständig vertreten sei. Der dadurch entstehende Fehler ist ein für die praktische Anwendung verschwindend kleiner. Den Vorrat des Altholzes in der Verjüngungsklasse berechnet man im Durchschnitt als die Hälfte des Vollbestandes der in dieser Klasse enthaltenen alten Hölzer.

Ein 100 ha großer Wald mit den Bestandsverhältnissen der Ertragstafel (§ 5) soll im 100 jährigen Umtriebe mit 20 jährigem Verjüngungszeitraum im Blenderschlagbetrieb bewirtschaftet werden. Bezeichnen wir den Vorrat in A_v mit V_v, so wird der Normalvorrat des Waldes

für den Herbststand $V_n = 10\left(18 + 54 + \ldots + \frac{674}{2}\right) + \frac{674}{2} + V_v = 31\,007 = V_v$.

V_v ist nach obiger Voraussetzung, wenn wir bei dem hier 20 jährigen Verjüngungszeitraum für die Massenreihe der u + 1- bis u + m jährigen Bestände eine einfache arithmetische Reihe annehmen, $\frac{\frac{20}{2}(678{,}6 + 760)}{2} = 7193$. Hiernach $V_n = 31\,007 + 7193 = 38\,200$ fm.

(Die Größe 678,6 entsteht aus $674 + \frac{720-674}{10}$).

Nach Analogie dieser Rechnung:

Für den Frühjahrsstand $V_n = 10\left(18 + 54 + \ldots + \frac{674}{2}\right) - \frac{674}{2} + \frac{\frac{20}{2}(674 + 756)}{2} =$

$= 37\,482$ fm. (Die Größe 756 entsteht aus $760 - \frac{760-720}{10}$).

Für den Sommerstand $V_n = 10\left(18 + 54 + \ldots + \frac{674}{2}\right) + \frac{\frac{20}{2}(676{,}3 + 758)}{2} =$

$= 37\,841{,}5$ fm. (Es entsteht 676,3 aus $\frac{674 + 678{,}6}{2}$ und 758 aus $\frac{756 + 760}{2}$).

Etwas kleiner erhält man den Normalvorrat, allein für die praktische Rechnung vollständig genau genug, wenn man denselben nach der Ertragstafel so berechnet, wie für einen aus $u + \frac{m}{2}$ Flächeneinheiten bestehenden Wald mit $u + \frac{m}{2}$ jährigem Umtriebe.

Für obiges Zahlenbeispiel würde dann $u + \frac{m}{2} = 110$ und mithin

für den Herbststand $V_n = 10\left(18 + 54 + \ldots + 674 + \frac{720}{2}\right) + \frac{720}{2} = 38\,000$ fm,

„ „ Frühjahrsstand $V_n = 10\left(18 + 54 + \ldots + 674 + \frac{720}{2}\right) - \frac{720}{2} = 37\,280$ „ ,

„ „ Sommerstand $V_n = 10\left(18 + 54 + \ldots + 674 + \frac{720}{2}\right) =$ 37 640 „ ,

b) Berechnung mit Hilfe des Durchschnittszuwachses.

V_n wird hier ebenfalls gefunden, indem man der für den Kahlschlagbetrieb ermittelten Größe noch den Vorrat in A_v hinzurechnet.

Für den Sommerstandpunkt beträgt letzterer

$$V_v = \frac{\frac{m}{2}\left[(u + 1/2)\,z + (u + m - 1/2)\,z\right]}{2}$$

hieraus, da $u \times z = Z$,

$$V_v = \frac{m}{2}\left(Z + \frac{m \times z}{2}\right).$$

Der ganze Normalvorrat beträgt demnach

$$V_n = \frac{u \times Z}{2} + \frac{m}{2} \cdot \left(Z + \frac{m \times z}{2}\right).$$

Für obiges Beispiel berechnet sich hiernach im

Sommerstand $V_n = \frac{100 \,.\, 674}{2} + \frac{20}{2}\left(674 + \frac{20 \,.\, 6{,}74}{2}\right) = 41\,114$ fm.

Kürzer und für die praktische Anwendung genügend findet man den Normalvorrat, wenn man ihn für den aus u Flächeneinheiten bestehenden, im u jährigen Umtriebe bewirtschafteten Wald so berechnet, als bestünde der Wald aus $u + \frac{m}{2}$ Einheiten und würde im $u + \frac{m}{2}$ jährigen Umtriebe mit Kahlschlag bewirtschaftet.

Der Gesamtzuwachs Z' ist dann $= z\left(u + \frac{m}{2}\right)$ und für den Sommerstand

$$V_n = \frac{\left(u + \frac{m}{2}\right)\left(u + \frac{m}{2}\right)z}{2} = \frac{Z'\left(u + \frac{m}{2}\right)}{2}.$$

Für obiges Zahlenbeispiel sonach, da $u + \frac{m}{2} = 110$,

$$V_n = \frac{110 \,.\, 110 \,.\, 6{,}74}{2} = \frac{741{,}4 \,.\, 110}{2} = 40\,777 \text{ fm.}$$

3. Niederwaldbetrieb.

§ 29. Mit Hilfe von Ertragstafeln oder mittels des Durchschnittszuwachses berechnet sich der Normalvorrat in gleicher Weise, wie für den Kahlschlagbetrieb im Hochwalde.

4. Mittelwaldbetrieb.

§ 30. Die Berechnung des Normalvorrates muß für Unterholz und Oberholz getrennt erfolgen. Für ersteres findet sich derselbe nach den bei Besprechung des Kahlschlagbetriebes gegebenen Regeln. Bei der großen Verschiedenheit und Veränderlichkeit der Oberholzmenge in verschiedenen Mittelwaldbetrieben ist für diese eine Berechnung von V_n nur mit Hilfe sehr künstlicher Voraussetzungen möglich [1]). Kennt man von jeder u-, 2u-, 3u- usw. jährigen Altersstufe des Oberholzes die normale Anzahl der Stämme und den Inhalt der zugehörigen Modellstämme, so kann man durch Interpolation der u + 1-, 2u + 1-, 3u + 1- usw. jährigen Stämme V_n nach den Regeln der arithmetischen Reihen berechnen. Bezeichnen wir die Massen der einzelnen Altersstufen mit M, so wird

$$V_n = \frac{u}{2}\left(M_{u+1} + M_{2u} + M_{2u+1} + M_{3u} + \dots\dots\dots\right).$$

Beispiel. Ein 120 ha großer Mittelwald, dessen U = 90, dessen u = 15, hat sechs Oberholzklassen in 15 jähriger Abstufung. Betrachten wir für die Berechnung von V_n die jüngste, 1—15 jährige Klasse als im Unterholz enthalten, und nehmen wir ferner folgende Stammzahlen und Inhalte der Modellstämme an:

Alter	Anzahl der Stämme		Inhalt des Modellstammes		Holzmasse der Altersstufe		
16.	600	.	0,002	=	1,2	=	$M_{16} = M_{u+1}$
30.	600	.	0,02	=	12,0	=	$M_{30} = M_{2u}$
31.	500	.	0,025	=	12,5	=	$M_{31} = M_{2u+1}$ etc.
45.	500	.	0,25	=	125,0	=	M_{45}
46.	300	.	0,26	=	78,0	=	M_{46}
60.	300	.	0,50	=	150,0	=	M_{60}
61.	200	.	0,52	=	104,0	=	M_{61}
75.	200	.	0,80	=	160,0	=	M_{75}
76.	100	.	0,83	=	83,0	=	M_{76}
90.	100	.	1,10	=	110,0	=	M_{90}

hieraus

$V_n = {}^{15}/_2\,(1{,}2 + 12 + 12{,}5 + 125 + 78 + 150 + 104 + 160 + 83 + 110) = 6268$ fm.

---

1) Sehr gründlich erörtert die Berechnung des Normalvorrates Weise in: Die Taxation des Mittelwaldes". Berlin 1878. S. 19 flg.

5. Blenderbetrieb.

§ 31. Im normalen, geregelten Blenderbetriebe sind alle Altersstufen wie beim Kahlschlagbetriebe vorhanden, nur deren räumliche Verteilung ist eine andere. Man kann deshalb den Normalvorrat ebenso, wie bei letztgenanntem Betriebe, durch Summierung einer Ertragstafel oder mit Hilfe des Haubarkeits-Durchschnittszuwachses berechnen. Ob die Verminderung des Zuwachses der im Druck stehenden, jüngeren Altersklassen durch die Vermehrung des Zuwachses der ältesten Klassen infolge deren freier Stellung ausgeglichen oder, wie vielfach angenommen wird, gar übertroffen wird, darüber fehlen allerdings Erfahrungen.

VI. Verhältnis zwischen Vorrat und Zuwachs.

Wir betrachten im folgenden nur den Hochwald-Kahlschlagbetrieb, um eine möglichst einfache Betriebsform zu wählen.

§ 32. Der Zuwachs verteilt sich an den alten Vorrat (V_1) und den neuen Vorrat (V_2) während der Verjüngungsdauer e i n e s B e s t a n d e s nach folgenden Gesetzen.

Wird ein Bestand in n gleichen Jahresschlägen verjüngt, so erfolgt ein Teil des jährlichen Zuwachses Z der ganzen Bestandesfläche am alten Vorrat V_1, der andere Teil bildet den neuen Bestand oder Vorrat V_2. Setzt man nun zum Zwecke der Ertragsberechnung den laufenden Zuwachs gleich dem Haubarkeits-Durchschnittszuwachs auf der ganzen Fläche, so ist der Anteil des alten (V_1) und neuen (V_2) Vorrates am Gesamtzuwachs $n \times Z$ während der Verjüngungsdauer gleich groß.

a) Findet der erste Schlag beim Beginn des ersten Jahres statt, so erfolgt in diesem Jahre nur noch $\frac{n-1}{n}$, im nten Jahre nur $\frac{n-n}{n}$, d. h. gar kein Zuwachs an V_1. Die Summe S beträgt während der n Jahre an V_1

$$S = \frac{n-1}{n} . Z + \frac{n-2}{n} . Z + \ldots\ldots + \frac{1}{n} . Z + \frac{0}{n} . Z = \frac{n-1}{2} . Z.$$

b) Findet der erste Schlag am Schlusse des ersten Jahres statt, so erfolgt an V_1 in diesem Jahre $\frac{n}{n}$, im letzten Jahre $\frac{1}{n}$ des gesamten Zuwachses. Während der n Jahre beträgt sonach

$$S = \frac{n}{n} \times Z + \frac{n-1}{n} \times Z + \ldots\ldots + \frac{2}{n} \times Z + \frac{1}{n} \times Z = \frac{n+1}{2} \times Z.$$

Als Mittel aus beiden Werten ergibt sich für Z an V_1

$$S = \frac{n}{2} \times Z.$$

Der V_2 bildende Zuwachs muß den an V_1 erfolgenden stets zum vollen Z ergänzen, er wird also im Falle $a = \frac{n+1}{2} \times Z$, im Falle $b = \frac{n-1}{2} \times Z$, im Mittel eben-

ebenfalls $\frac{n}{2}$ Z betragen.

Wenn es sich nur um den Anteil von V_1 bei Althölzern handelt und n nicht zu groß ist, so erhält man hienach ein für die Anwendung genügendes Ergebnis, wenn man während der Verjüngungsdauer dem alten Vorrate die Hälfte jenes Zuwachses zurechnet, den der Bestand gehabt haben würde, wenn er nicht abgetrieben worden wäre. Denselben Wert erhält man, wenn man den zu erwartenden Ertrag gleich der Masse eines Bestandes berechnet, der um die Hälfte der Abtriebsperiode älter ist als der zum Hiebe vorliegende.

Der jährliche Ertrag (e) des in n Jahren abzutreibenden Bestandes wird, wenn Z den jährlichen Zuwachs der ganzen Fläche und V_1 den jetzigen Vorrat bedeutet, hiernach durch die Formel gefunden

$$e = \frac{V_1 + \frac{Z}{2} \times n}{n} = \frac{V_1}{n} + \frac{Z}{2}$$

Beispiel. Ein 10 ha großer 80 jähriger Bestand, dessen Durchschnittszuwachs 6,99 fm beträgt, soll in 20 Jahren abgetrieben werden. Wie groß ist der Ertrag (e) eines Jahresschlags?

$$V_1 = 6{,}99 \,.\, 80 \,.\, 10 = 5592, \quad Z = 6{,}99 \,.\, 10 = 69{,}9.$$

$$e = \frac{5592}{20} + \frac{69{,}9}{2} = 314{,}5 \text{ fm}.$$

Die während der 20jährigen Abtriebsperiode ausfallende Hiebsmasse beträgt sonach 20 . 314,5 = 6290 fm. Die Ertragstafel (§ 5) würde für den $80 + \frac{n}{2}$, also 90jährigen Bestand 620, in Summe 620 . 10 = 6200 fm ergeben. Dieser Betrag ist etwas kleiner, weil der Durchschnittszuwachs vom 80. Jahre an bereits im Sinken begriffen ist.

Durch Umgestaltung der Formel kann man leicht auch den unbekannten Zeitraum n berechnen, wenn e gegeben ist, wenn es sich also um die Frage handelt, wie lange ein Bestand einen bestimmten jährlichen Ertrag gewähren könne. Es ist

$$n = \frac{V_1}{e - Z/_2}.$$

§ 33. Die Verteilung des Zuwachses an V_1 und V_2 während der Umtriebszeit eines ganzen „Normalwaldes“ lehrt folgende Betrachtung.

Alljährlich wird ein ujähriger Bestand mit gleichem Haubarkeitsertrage abgetrieben. Dies ermöglicht allein der an V_1 erfolgende Zuwachs. Gehen wir vom Frühjahrsstand aus, so trifft während der nächsten Umtriebszeit den jetzt 0jährigen Bestand ein u maliger, den jetzt 1jährigen Bestand ein u—1maliger usw., den u—1-jährigen ein 1maliger Jahreszuwachs. Der andere Teil des am Walde erfolgenden Gesamtzuwachses bildet V_2, welcher am Schlusse der Umtriebszeit wieder gleich dem Normalvorrat sein muß. Da nun letzterer bei jährlicher Wegnahme des ältesten Schlages immer erhalten bleibt, so muß der Gesamtzuwachs fortdauernd die entnommene Masse wieder ersetzen; er verwandelt jährlich den Frühjahrsvorrat in den Herbstvorrat. Dieser Gesamtzuwachs Z muß daher im Normalwalde stets dem Inhalte des ältesten Schlages t gleich sein. Wäre $Z > t$, so müßte V wachsen, umgekehrt kleiner werden.

Beispiel. Ein 100 ha großer Wald, dessen u = 100, besitzt nach der Ertragstafel (§ 5) einen Herbstvorrat von 31 007, einen Sommervorrat von 30 670, einen Frühjahrsvorrat von 30 333 fm. Jährlich wird der älteste Bestand mit einem Ertrage von 674 fm, in u Jahren werden sonach 67 400 fm genutzt. Der Normalvorrat bleibt stets, also auch nach 100 Jahren erhalten. Die Verteilung des in 100 Jahren 100 . 10 (1,8 + 3,6 + 5,9 + 8,0 + 10,4 + 9,7 + + 8,8 + 7,7 + 6,1 + 5,4), oder 100 . 674 = 67 400 fm betragenden Zuwachses an V_1 und V_2 ist daher folgende:

Während der Umtriebszeit wird der ganze alte Vorrat V_1 samt dem an ihm erfolgenden Zuwachs aufgezehrt, letzterer muß daher gleich sein der Differenz zwischen der 100maligen Jahresnutzung und V_1.

			V_1	Z an V_1
Nach dem Herbststand	sonach	67 400 —	31 007 =	36 393 fm,
„ „ Sommerstand	„	67 400 —	30 670 =	36 730 „,
„ „ Frühjahrsstand	„	67 400 —	30 333 =	37 067 „.

Die Masse des den neuen Vorrat V_2 bildenden Zuwachses ist nun gleich V_1 oder gleich der Differenz zwischen dem Gesamtzuwachs und dem an V_1 angelegten Zuwachs.

Berechnet man die Größe mit Hilfe des Haubarkeits-Durchschnittszuwachses, so ergibt sich für den Sommerstand, daß sich genau die eine Hälfte des Gesamtzuwachses an V_1 anlegt, die andere Hälfte aber V_2 bildet.

Beispiel. Normaler Sommervorrat für obigen Wald nach der Formel $\frac{u \times Z}{2} = \frac{100 . 674}{2}$ = 33 700. Abgetrieben werden in 100 Jahren 100 . 674 = 67 400 fm. Durch den Zuwachs ist also V_1 zu ergänzen mit 67 400 — 33 700 = 33 700 fm. Derselbe Betrag fällt selbstverständlich an V_2.

Eine Berechnung der betreffenden Zuwachsanteile für V_1 und V_2 aus den einzelnen Jahren führt zu denselben Resultaten.

VII. Der normale Hiebssatz (Etat).

§ 34. Unter normalem Hiebssatz wird jene Holznutzung verstanden, die ein normal beschaffener Wald nachhaltig liefert.

Je nachdem es sich um jährlichen oder aussetzenden Betrieb handelt, unterscheidet man einen jährlichen oder aussetzenden Hiebssatz. Unter periodischem Hiebssatz versteht man die Summe des während eines gewissen Abschnittes der Umtriebszeit erfolgenden Ertrages. Zu unterscheiden ist ferner der Hiebssatz der End- von dem der Vornutzung; die Ertragsregelung hat sich vorzugsweise auf ersteren zu stützen. Je nach den verschiedenen Sortimenten kann man von einem Derbholz-, Reisholz-, Nutzholz- usw. Satz reden.

Bezieht man den Hiebssatz nicht unmittelbar auf die Holznutzung, sondern auf die zum Abtrieb gelangende Fläche, so kann man den jährlich oder periodisch entfallenden Anteil des Hiebes an der Gesamtfläche mit Flächensatz bezeichnen.

Der naturgemäße Maßstab für die Ertragsregelung ist die Masse. Sie hat aber als Maßstab verschiedene Nachteile, sie läßt sich als Vorrat wie als Zuwachs nur mit Mühe und unsicher ermitteln, auch ist sie durch Ernte und Zuwachs in fortgesetzter Aenderung begriffen. Daher setzt die Ertragsregelung mit Vorliebe — bei allen schlagbildenden Betriebsarten — an ihre Stelle das Flächenmaß, weil es jene Nachteile nicht besitzt, und macht dabei die allerdings nur bedingt zutreffende Unterstellung, daß ein Proportionalitätsverhältnis zwischen Fläche und Masse bestehe (vergl. § 2).

§ 35. Beim Kahlschlagbetrieb ist die Größe des normalen Hiebssatzes gleich dem Holzgehalte des ältesten Jahresschlages. Der Flächensatz ist gleich dem Jahresschlage (§ 16), also gleich dem Quotienten aus dem Umtrieb in die bestandene Gesamtfläche $\frac{F}{u}$ oder $\frac{F}{u+1}$ usw. = i. Der Vorrat auf dem fälligen i muß im Normalwalde gleich sein dem Inhalte des ältesten Jahresschlages.

Der periodische Hiebssatz ist gleich dem Produkt aus dem jährlichen Hiebssatz mit der Anzahl der Periodenjahre.

Beispiel. Ein 1000 ha großer Wald, dem die Ertragstafel (§ 5) entspricht, hat im 100jährigen Umtriebe einen Flächensatz von $\frac{1000}{100}$ = 10 ha, wenn der Anbau dem Abtrieb unmittelbar folgt. Der jährliche Hiebssatz an Abtriebsnutzungen beträgt 10 . 674 = 6740 fm, und der periodische für eine 20 jährige Periode 6740 . 20 = 134 800 fm.

§ 36. Beim Blenderschlagbetrieb wird jeder Bestand normal im $u + \frac{m}{2}$jährigen Alter genutzt, wenn m den Verjüngungszeitraum und u jenes Alter bedeutet, in dem die Bestände angehauen werden, also aus der ältesten Altersklasse in die Verjüngungsklasse übertreten. Es kommt also hier ein dem $u + \frac{m}{2}$ten Lebensjahre entsprechender Ertrag in Betracht. (Schon hier ergeben sich übrigens Schwierigkeiten in der Anwendung des Flächenmaßes als Maßstab für den Ertrag.)

Beispiel. Für einen 1000 ha großen Wald gelte dieselbe Ertragstafel. Es sei u = 100, m = 20. Das durchschnittliche Abtriebsalter der Bestände ist sonach $100 + \frac{20}{2} = 110$. Der

110jährige Vollbestand liefert 720 fm, die Fläche des gedachten Jahresschlages ist $\frac{1000}{100} = 10$, folglich normaler jährlicher Hiebssatz an Masse 10 . 720 = 7200 fm.

§ 37. Für den Niederwald berechnet sich der normale Hiebssatz ebenso einfach wie für den Kahlschlagbetrieb als Inhalt des ältesten Jahresschlages. Jährlicher Flächensatz $= \frac{F}{u}$.

§ 38. Im Mittelwald, dessen Unterholzumtrieb gleich u, berechnet sich der jährliche Flächensatz mit $\frac{F}{u}$. Der normale, jährliche Massen-Hiebssatz setzt sich zusammen aus der Masse des Unterholzes auf dem ältesten Schlage, mit Ausnahme jener Bäume, welche als Laßreiser zum Oberholz gehören (also in die I. Oberholzklasse eintreten), aus der Masse der ältesten, Ujährigen Oberholzklasse, endlich aus den Massen der jüngeren Oberholzklassen auf demselben Schlage, welche entnommen werden müssen, um die Stammzahl dieser Altersstufen auf die der nächsthöheren Klasse zu reduzieren.

Beispiel. In dem Mittelwalde, für welchen im § 30 der Normalvorrat berechnet wurde, findet sich der normale Hiebssatz des Oberholzes, wie folgt:

Der aus mehreren Einzelschlägen bestehende Jahresschlag oder Flächensatz ist $\frac{120}{15} = 8$ ha.

Auf ihm sind zu entnehmen

sämtliche	100 Stämme der	VI. Oberholzklasse,	Ujährig,	zu 1,10 fm	= 110 fm,
200 — 100 =	100 „ „	V. „ ,	5u jährig	„ 0,80 „	= 80 „ ,
300 — 200 =	100 „ „	IV. „ ,	4u „	„ 0,50 „	= 50 „ ,
500 — 300 =	200 „ „	III. „ ,	3u „	„ 0,25 „	= 50 „ ,
600 — 500 =	100 „ „	II. „ ,	2u „	„ 0,02 „	= 2 „ .
				Summe	292 fm Oberholz.

Diese Summe des normalen Hiebssatzes ist auch gleich der Summe des einjährigen Zuwachses (Z) am Oberholze des ganzen Waldes, denn

$$Z = (0{,}02 - 0)\,600 + (0{,}25 - 0{,}02)\,500 + (0{,}50 - 0{,}25)\,300 + (0{,}80 - 0{,}50)\,200 + (1{,}10 - 0{,}80)\,100 = 292 \text{ fm}.$$

§ 39. Für den Blenderwald könnte man durch Reduktion der einzelnen, auszublendernden Horste auf $\frac{F}{u}$ einen normalen Satz für Fläche und Masse ermitteln. Praktisch ist dieses Verfahren jedoch unanwendbar, die unmittelbare Anwendung des Flächenmaßes ausgeschlossen. Gibt man jedoch hier dem Jahresschlag die Bedeutung, die wir ihm im § 16 beilegten, nämlich die der Fläche $\frac{F}{l}$, die in einem Jahr zur Blenderung gelangt, so muß der auf dieser Fläche zu entnehmende Ertrag gleich dem normalen Hiebssatz sein. Dieses Verfahren ist das zweckmäßigere.

Beispiel. Ein 400 ha großer, normaler Blenderwald, dessen u = 120, dessen l = 20, hat einen Jahresschlag von $\frac{400}{20} = 20$ ha. Auf dieser Fläche wären alle 120jährigen Bäume zu schlagen, von den 100-, 80-, 60-, 40- und 20 jährigen soviel, daß die normale Anzahl der einst 120, 100, 80, 60 und 40 Jahre alt werdenden Bäume gesichert bleibt. Ergibt sich für diese Fällungen ein Ertrag von etwa 1800 fm, so wäre dieser gleich dem normalen jährlichen Hiebssatze. Für eine 10jährige Periode betrüge dann der Flächensatz 200 ha und der Massensatz 18 000 fm.

§ 40. Zwischen dem normalen Hiebssatz einerseits und dem normalem Zuwachs und Vorrat anderseits besteht ein bestimmtes Verhältnis.

Daß der normale Hiebssatz an Haubarkeitsnutzung gleich der Masse des ältesten Jahresschlages sein muß, ist selbstverständlich; er ist aber auch gleich dem jährlichen Haubarkeits-Durchschnittszuwachs aller Bestände und gleich dem gesamten laufend jährlichen Zuwachs aller Bestände.

Wenn der Inhalt des ältesten Jahresschlages = t und der Haubarkeits-Durchschnittszuwachs eines Jahresschlages = z ist, so muß $t = u \times z$ sein.

Es ist aber t auch gleich der Summe des laufenden Zuwachses am Hauptbestand aller Altersstufen, folglich muß auch der normale Hiebssatz gleich dieser Summe sein.

Beispiel. In einem 100 ha großen Normalwalde, dessen u = 100, wird nach Tafel § 5 jährlich ein 100jähriger Bestand mit 674 fm Abtriebsertrag genutzt, es ist also

der normale Hiebssatz	= 674 fm
Inhalt des ältesten Schlages t	= 674 „
Summe des Haubarkeits-Durchschnittszuwachses aller Bestände 100 . 6,74	= 674 „
Summe des laufenden Zuwachses aller Bestände 10 (1,8 + 3,6 + 5,9 + 8,0 + 10,4 + 9,7 + 8,8 + 7,7 + 6,1 + 5,4)	= 674 „

Wenn man den normalen Hiebssatz (E_n) durch V_n dividiert und den Quotienten mit 100 muitipliziert, so erhält man das Nutzungsprozent oder Zuwachsprozent des Waldes.

Setzt man den laufend jährlichen gleich dem durchschnittlichen Zuwachs, und berechnet man V_n für den Sommerstand mit $\frac{u \times Z}{2}$, so wird das Nutzungsprozent für den Umtrieb der höchsten Massenerzeugung stets doppelt so groß sein, als das Zuwachsprozent des ältesten Bestandes.

Im Alter des höchsten Durchschnittszuwachses ist das Zuwachsprozent $\frac{100}{u}$. Für denselben Umtrieb ist $V_n = \frac{u \times Z}{2}$, Nutzungsprozent daher $\frac{Z \cdot 100}{V_n} = \frac{200 \cdot Z}{u \times Z} = \frac{200}{u}$.

Die Nutzungsprozente müssen daher wie die Zuwachsprozente mit dem Wachsen von u allmählich kleiner werden.

Da übrigens der durch Summierung einer Ertragstafel gefundene V_n für den in das Jahr des höchsten Durchschnittszuwachses fallenden Umtrieb stets kleiner ist als $\frac{u \times Z}{2}$, so muß das wirkliche Zuwachsprozent des Waldes für diesen Umtrieb stets etwas größer sein als $\frac{200}{u}$.

Beispiel nach der Ertragstafel § 5. Höchster Durchschnittszuwachs in 80. Jahre mit 6,99 fm. $V_n = \frac{u \times Z}{2} = \frac{80 \cdot 559}{2} = 22\,360$ fm. Nutzungsprozent hiernach

$$\frac{E_n}{V_n} \cdot 100 = \frac{55\,900}{22\,360} = \frac{200}{u} = 2{,}50.$$

Das Zuwachsprozent des ältesten, 80jährigen Bestandes beträgt

$$\frac{6{,}99 \cdot 100}{559} = \frac{100}{u} = 1{,}25.$$

Der Sommervorrat beträgt nach der Ertragstafel

$$10\left(18 + 54 + 113 + 193 + 297 + 394 + 482 + \frac{559}{2}\right) = 18\,305 \text{ fm.}$$

Nutzungsprozent des Waldes daher $\frac{559 \cdot 100}{18\,305} = 3{,}05 > \frac{200}{80}$ oder 2,50.

VIII. Betriebsklassen.

§ 41. Die einer und derselben Betriebs- und Altersstufen-Ordnung zugeteilten Waldflächen bilden eine Betriebsklasse [1]). Eine Betriebsklasse vereinigt demnach alle diejenigen Flächen des Wirtschaftsbezirks zu gemeinsamer Schlag- oder Altersstufen-Ordnung, auf denen die gleichen Wirtschaftsgrundsätze Anwendung finden sollen.

---

1) Definition von G. Heyer, „Die Waldertrags-Regelung". 3. Aufl. 1883. S. 34. Zu vergl. daselbst auch S. 196.

Für den bisher besprochenen „Normalwald" wurden ganz gleiche wirtschaftliche Verhältnisse aller Glieder desselben vorausgesetzt. Nur Unterschiede der Standortsbonitäten ließen sich zum Zweck dieser Betrachtungen durch Umrechnung der Flächen auf eine Bonität ausgleichen.

Größere Wälder besitzen nur höchst selten eine solche Gleichartigkeit der Verhältnisse, die eine vollkommen gleiche Wirtschaft zulassen. Es ist daher notwendig, sie in mehr oder weniger selbständige Hauptteile zu zerlegen, die eine übereinstimmende Wirtschaft und das Erstreben eines Normalzustandes gestatten, wie solcher in den vorhergehenden §§ geschildert wurde. Für einen aus mehreren solchen „Hauptteilen", „Betriebsklassen" [1]) zusammengesetzten Wald wäre der Normalzustand dann hergestellt, wenn jede einzelne Betriebsklasse ihrem Normalzustande entspricht.

Anlaß zur Bildung von Betriebsklassen können geben:

1. Die Holzart. Sind verschiedene Holzarten nicht in gemischten, sondern in reinen Beständen vertreten, so wird eine Trennung derselben in Betriebsklassen nötig, sobald die Holzarten eine gänzlich andere wirtschaftliche Behandlung fordern, oder stark abweichende Ertragsverhältnisse zeigen, oder wenn der Markt regelmäßig mit Sortimenten der verschiedenen Holzarten bedacht werden muß.

2. Die Betriebsart. Die verschiedenen Betriebsarten bedingen bei wesentlichen Abweichungen die Bildung verschiedener Betriebsklassen. Man kann nicht Niederwald und Hochwald, Schlagbetrieb und Blenderwald usw. zu einer Klasse vereinigen, weder in Hinsicht auf die wirtschaftliche Behandlung noch auf die Ertragsregelung.

3. Der Umtrieb. Selbst bei derselben Holz- und Betriebsart wird es nötig, gesonderte Betriebsklassen zu bilden, wenn der eine Teil des Waldes eine wesentlich höhere Umtriebszeit verlangt, als der andere. Die Entwicklung eines Altersklassenverhältnisses nach dem Durchschnittsumtrieb hat für die Ertragsregelung keinen oder doch nur einen beschränkten Wert. Ebenso ist eine gemeinsame Hiebsordnung ausgeschlossen.

Beispiel. Von einem 1400 ha großen Wald sollen 800 ha im 80jährigen, 600 ha im 120jährigen Umtriebe bewirtschaftet werden. Für den Kahlschlagbetrieb ohne Blöße würde das normale Altersklassenverhältnis lauten:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI. Altersklasse
I. Betriebsklasse mit u = 120:	100 ha	100 ha	100 ha	100 ha	100 ha	100 ha
II. „ „ u = 80:	200 „	200 „	200 „	200 „	—	—
Summe:	300 ha	300 ha	300 ha	300 ha	100 ha	100 ha

Der Durchschnittsumtrieb würde betragen

$$1400 : \left(\frac{600}{120} + \frac{800}{80}\right) = \frac{1400}{15} = 93^1/_3.$$

Das diesem Umtrieb entsprechende Klassenverhältnis würde folgendes sein:

I. Altersklasse	= 300 ha
II. „	= 300 „
III. „	= 300 „
IV. „	= 300 „
V. „	= 200 „

Würde man nun wirklich ein solches Klassenverhältnis erreichen, so müßten die Bestände der II. Betriebsklasse zu alt werden, und die 94- bis 120jährigen Hölzer würden der I. Betriebsklasse ganz fehlen.

4. Standortsverschiedenheiten können dadurch die Teilung des Waldes in Betriebsklassen bedingen, daß sie die Wahl der Holzart, der Betriebsart und der Umtriebszeit beeinflussen.

---

1) Höchst wahrscheinlich rührt diese Bezeichnung von Hundeshagen her, der sie nach Analogie der Bezeichnung „Altersklassen" bildete. S. dessen „Forstabschätzung". 1826. S. 183. In Sachsen spricht man von „Wirtschaftsklassen".

5. Bedeutende Reallasten, wie z. B. Streu- und Weiderechte fordern ein Ausscheiden jener Waldteile als besondere Betriebsklassen, die mit solchen Nutzungsrechten belastet sind.

Eine Betriebsklasse braucht keine in sich zusammenhängende Fläche zu sein. Ihre Teilflächen können vielmehr ganz wohl mit Flächen anderer Betriebsklassen im Gemenge liegen. Dagegen ist ihrer abweichenden Bewirtschaftung wegen zu fordern, daß alle einzelnen Waldstücke, die einer Betriebsklasse zugewiesen werden, wirtschaftlich selbständig und unabhängig von einander sind. Die Ausscheidung der Flächen für verschiedene Betriebsklassen hat daher vor dem Hiebszug und der Abteilung Halt zu machen, d. h. innerhalb dieser Wirtschaftsfiguren darf eine Scheidung nicht erfolgen, da dort eine Wirtschaft nach abweichenden Grundsätzen nicht wohl denkbar ist, schon der gemeinsamen Hiebsordnung wegen. Als kleinste Flächeneinheiten bei Ausscheidung von Betriebsklassen können also Hiebszug und Abteilung bezeichnet werden.

Im Sinne einer allen Anforderungen entsprechenden Forsteinrichtung ist es fernerhin geboten, daß alle die Ertragsregelung unmittelbar betreffenden Rechnungen nach Betriebsklassen getrennt vorgenommen werden. Für jede Betriebsklasse wird im Grunde genommen ein besonderer Wirtschaftsplan aufgestellt und kontrolliert und nur rein äußerlich findet eine Vereinigung der Pläne für die einzelnen Betriebsklassen im Gesamtplan des ganzen Wirtschaftsbezirks statt.

Da die Betriebsklassenbildung in der Wirtschaftsführung, namentlich im ganzen Rechnungswesen, manche Unbequemlichkeit mit sich bringt, ist es Erfordernis der Praxis, mit der Teilung des Waldes in Betriebsklassen nicht zu weit zu gehen, sondern die Ausscheidung auf das unumgänglich notwendige Maß zu beschränken. In der Práxis ist die Betriebsklassenbildung nicht beliebt, sie wird vielfach ganz vermieden, was aber wiederum als Fehler bezeichnet werden muß. Wegen einer Umtriebsdifferenz von 10 Jahren wird man also im Hochwalde schon deshalb keine solche Trennung vornehmen, weil sich ein Umtrieb überhaupt auf 10 Jahre ab und zu kaum feststellen läßt, und weil er selbst eine veränderliche Größe ist. Bei der hier empfohlenen Forsteinrichtung und Ertragsregelung, die als „Bestandswirtschaft" oder zunächst als „Bestandskomplexwirtschaft" eine große Beweglichkeit des Hiebes, also sehr weitgehende Berücksichtigung der wirtschaftlichen Anforderungen des Einzelbestandes gestattet, wird ohnehin oft der eine Bestand wesentlich über, der andere wesentlich unter dem für die Betriebsklasse im allgemeinen angenommenen Haubarkeitsalter abgetrieben. Am allerwenigsten wird man aber, wie es wohl hier und da verlangt worden ist, wegen der örtlichen Verteilung der Schläge, oder aus Rücksicht auf gleichmäßige Beschäftigung des Hilfspersonals besondere Betriebsklassen bilden, weil sich diese Zwecke weit leichter und einfacher auf andere Weise erreichen lassen.

IX. Ueberführung abnorm beschaffener Waldungen in den Normalzustand.

§ 42. Einen Wald im zeitlichen „Normalzustand" gibt es wohl überhaupt nicht, namentlich dann nicht, wenn er groß ist und in hohem Umtrieb bewirtschaftet werden soll. Betrachten wir es als Aufgabe der Forsteinrichtung, den abnorm beschaffenen Wald seinem Normalzustande näher zu bringen, so müssen wir uns dessen bewußt bleiben, daß dieses ideale Ziel niemals ganz erreicht wird. Man würde daher besser von einem „Idealzustand" sprechen [1]).

Vom Gesichtspunkte der Ertragsregelung allein können nun abnorm sein: a) der Zuwachs, b) das Altersklassenverhältnis und c) der Vorrat. Entweder sind, was wohl der gewöhnliche Fall ist, alle drei Faktoren abnorm, oder es sind eine oder zwei Bedingungen des Normalzustands erfüllt. Dabei ist wohl zu beachten, daß die Normalität von a und b die von c von selbst zur Folge hat.

Vom Gesichtspunkte der Finanzwirtschaft erscheint als weitere Abnormität die, daß mehrere Bestände Kapitale bilden, die sich niedriger verzinsen, als der angenommene Wirtschaftszinsfuß verlangt.

---

1) Vergl. Wagner, „Der Blendersaumschlag und sein System" 1912, S. 246.

Handelt es sich um die Ausgleichung der Abnormitäten, soweit diese praktisch überhaupt möglich ist, so bleibt es sich keineswegs gleich, welcher Weg eingeschlagen, für welche der Abnormitäten zunächst eine annähernde Ausgleichung erstrebt werden soll.

Im wirklichen Wald besteht grundsätzlich ein ähnliches Verhältnis zwischen Zuwachs und Hiebssatz, wie im Idealwalde. Der Zuwachs allein macht den Vorrat zu einem tätigen Wirtschaftskapitale, er ersetzt Jahr für Jahr den genutzten Teil des Vorrates und ergänzt diesen Teil zum Hiebssatze. Es muß also die nächstliegende Aufgabe der Forsteinrichtung sein, den abnormen Zuwachs seiner Normalität näher zu bringen. Allein kann sie diese Aufgabe nicht lösen, sie muß selbstverständlich durch gute Bestands-Gründung und -Pflege unterstützt werden. Sie hat aber zu sorgen für möglichst baldigen Abtrieb zuwachsarmer Bestände, dann hauptsächlich für Herstellung der Normalität des Altersklassenverhältnisses bezüglich der Verteilung der Klassen d. h. für Herstellung einer wohlgeordneten Hiebsfolge. Einzig und allein diese vermag in Zukunft die Opfer zu vermindern, die durch vorzeitigen Abtrieb zuwachsreicher, durch verspäteten Abtrieb zuwachsarmer Bestände leider so oft gebracht werden müssen.

Verfolgt man dabei gleichzeitig das Ziel der Herstellung einer gleichen Flächenausdehnung der Altersklassen jeder Betriebsklasse, so wird dadurch die Nachhaltigkeit der Nutzung gesichert, überdies aber der dritte Faktor des Normalzustandes, der Normalvorrat, von selbst hergestellt. Gelänge es, den Zuwachs und das Altersklassenverhältnis vollständig normal zu gestalten, so fiele uns der normale Vorrat als reife Frucht von selbst in den Schoß. Judeich hält es deshalb im gleichaltrigen Hochwalde für einen unrichtigen Weg, die Herstellung des Normalvorrates als erstes Ziel der Einrichtung zu betrachten; dies um so mehr, weil dieser Vorrat auch bei gänzlicher Abnormität der anderen, wichtigeren Faktoren vorhanden sein kann, wenn z. B. zufällig das Zuwenig einer Altersklasse durch das Zuviel einer anderen Klasse ausgeglichen wird. Den Normalvorrat kann selbst ein Wald besitzen, der nur aus einer einzigen Altersklasse besteht. Dazu kommt noch, daß der Normalvorrat bei manchen Betriebsarten einen Wert für die Ertragsregelung eigentlich gar nicht hat. So ist dies z. B. im Mittelwald der Fall; der im § 30 gegebenen Entwickelung dieses Vorrates für den Mittelwald können wir tatsächlich nur die Bedeutung eines arithmetischen Beispieles zusprechen, das der Vollständigkeit wegen gebracht werden mußte.

Dagegen ist allerdings der Normalvorrat ein recht schätzbares Rechnungshilfsmittel, um das Waldvermögen im Sinne der Ertragsregelung zu messen und dadurch ein summarisches Urteil über die augenblickliche Ertragsfähigkeit des Waldes zu gewinnen. Namentlich gilt dies für manche Betriebsformen, so z. B. für den Blenderschlagbetrieb mit langem Verjüngungszeitraum.

Wollen wir auch den finanziellen Anforderungen der Waldwirtschaft möglichst Rechnung tragen, so müssen wir eine Methode der Einrichtung und Ertragsregelung wählen, die uns gestattet, die Verhältnisse jedes Einzelbestandes möglichst zu berücksichtigen, wie das namentlich bei der Bestands- bezw. Bestandskomplexwirtschaft der Fall ist. Das Ganze muß gesund sein, sagt Preßler sehr richtig, wenn alle seine Teile gesund sind.

2. Abschnitt. **Die Methoden der Ertragsregelung.**

§ 43. Die wichtigste und dabei die eigenste Aufgabe der Forsteinrichtung, in der diese am wenigsten von außen her beeinflußt wird, ist die Regelung des Walder-

trages; *ist doch die ganze Forsteinrichtungslehre aus dem Bedürfnisse einer nachhaltigen Regelung des Waldertrags* — also der zeitlichen Ordnung des Betriebes — herausgewachsen. Hier, im Gebiete der Ertragsregelung, hat sie auf den Grundprinzipien der zeitlichen Ordnung eigene Methoden und Verfahren auszubilden.

Der Aufgabe, dieses Gebiet durch Aufstellung von Methoden und Ausbildung von Verfahren der Ertragsregelung selbständig zu bearbeiten, haben sich denn auch die Vertreter der Forstwissenschaft und -wirtschaft mit besonderem Eifer gewidmet. So ist im Laufe der Zeit eine große Zahl von Methoden der Ertragsregelung entstanden, veranlaßt überdies durch die große Mannigfaltigkeit der Verhältnisse in unserer Forstwirtschaft bezüglich der Waldformen und wirtschaftlichen Bedingungen wie durch die zahlreichen Wege, die auch bei gleichen äußeren Bedingungen eingeschlagen werden können, um das ins Auge gefaßte Ziel zu erreichen.

Die Schwierigkeiten, diese Mannigfaltigkeit der vorhandenen Methoden in ein System zu bringen, dürfen uns jedoch nicht abhalten, ein solches System aufzustellen, ebenso wenig wie die Einwendungen, die gegen Systembildung auf diesem Gebiete gemacht werden mit der Begründung, daß die von der Praxis angewendeten Verfahren sich in Wirklichkeit in der Regel gar nicht so scharf gegenüberstehen, wie von der Theorie angenommen werde, sondern vielfache Kombinationen und Uebergänge bilden. Das ist zwar richtig, sind doch diese Verfahren meist unmittelbar aus dem praktischen Bedürfnisse herausgewachsen; doch gerade darum scheint uns ein System zu klarer Erkenntnis der gegebenen Möglichkeiten und der tatsächlich eingeschlagenen Wege unentbehrlich. Ist das System gut und logisch richtig aufgebaut, so kann es nicht schwer fallen, all die mannigfaltigen Erscheinungen der Wirklichkeit, die rein nur dem praktischen Zwecke entsprungen sind, in demselben unterzubringen. Das System nötigt uns aber, das Grundsätzliche an ihnen herauszuschälen und es erleichtert uns dafür die Aufgabe, fruchtbare Vergleiche zwischen verschiedenen Verfahren anzustellen.

I. Das System der Methoden.

A. Die geschichtliche Entwickelung der Systembildung.

§ 44. Ehe hier ein eigenes System gegeben wird, sollen zunächst in zeitlicher Folge die wichtigsten Vorschläge zur Systembildung kurz erörtert werden, die in der Literatur für die Methoden der Ertragsregelung gemacht worden sind [1]). Die Darstellung gibt gleichzeitig einen erwünschten Einblick in die abweichenden Auffassungen verschiedener Autoren vom Wesen der einzelnen Methoden.

1. Der *Erste*, der verschiedene Methoden der Ertragsregelung einander gegenüberstellte, und dadurch ein System schuf, war wohl *Hundeshagen*. Er scheidet zuerst: „*Fachwerke*“ und „*rationelle Methoden*“, indem er seine eigene Methode — eine Normalvorratsmethode —, die er die „rationelle“ nennt, den herrschenden Methoden G. L. *Hartigs* und *Cottas* gegenüberstellt, die er als „Fachwerksmethoden“ bezeichnet.

1) Literatur: Die in Betracht kommenden Schriftsteller, die zumeist Einteilungssysteme für die Methoden der Ertragsregelung aufgestellt haben, sind: *Hundeshagen* (Forstabschätzung 1826, Encyklopädie der Forstwiss. 2. Aufl. 1828 II. Bd.). — *Carl Heyer* (Waldertragsregelung 1. Aufl. 1841, Hauptmethoden der Waldertragsregelung 1848). — *Denzin* (A. F. u. J.-Z. 1874—1877 und 1883). — *Judeich* (Tharandter Jahrb. 1879, Forsteinrichtung 6. Aufl. 1904, S. 331). — *Grebe* (Betriebs- und Ertragsregelung 2. Aufl. 1879). — *Stötzer* (Forstw. Zentralbl. 1884 S. 522, Forsteinrichtung 1898 S. 195). — *Kraft* (Zur Systematik der Forstwissenschaft Krit. Bl. Bd. 52, H. 2, S. 141 ff. — *Wagner*, Die Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde 2. Aufl. S. 317 ff. (Dieser Schrift sind die nachfolgenden Ausführungen entnommen).

Die Bezeichnung „Fachwerk" stammt ohne Zweifel von Cotta her oder wurde doch durch ihn in die Literatur gebracht (z. B. Forsteinrichtung 1820 S. 43), sie wurde für die Rubriken des Periodenplans gebraucht, den man mit einem in Fächer geteilten Schranke verglich (vgl. Forstwiss. Zentralbl. 1884 S. 525). Dagegen ist die Bezeichnung „Fachwerksmethoden" für bestimmte Methoden der Ertragsregelung unzweifelhaft eine Schöpfung Hundeshagens. Er gebraucht dieselbe erstmals in seiner „Forstabschätzung" (1826 S. 114), wo er von „mit unendlich vieler Registrierung und Fachwerk verbundenen Methoden" spricht (gemeint sind die Methoden von G. L. Hartig, Cotta u. A.) im Gegensatz zu seiner eigenen Methode, für die „einige Multiplikationen ausreichen", die „eine rationelle Basis" besitzt. Er will nun dieses sein „rationelles Verfahren" gegen die „früheren Fachwerksmethoden in Vergleich stellen". Daß Hundeshagen damit bewußt eine den Bedürfnissen entsprechende neue Bezeichnung schafft, geht aus der Anmerkung hervor, die er ihr beifügt: „Zur Abkürzung der Worte für gewisse Begriffe wollen wir uns der hier für die verschiedenen Methoden gebrauchten Bezeichnungen fernerhin allgemein bedienen."

So faßt also Hundeshagen zunächst unter der Bezeichnung:

„Fachwerksmethoden" alle registrierenden Methoden zusammen, Methoden mit feststehendem besonderem Wirtschaftsplan, mit „mechanischer Ertragsausgleichung", — mit Vermengung der Sorge für räumliche und für zeitliche Ordnung, s. später — darunter auch die Schlageinteilung, wie aus seinen Beispielen hervorgeht, wenn er auch in erster Linie (vgl. Encyklopädie der Forstw. 2. A. 1828 §§ 617 und 638) die Fachwerksmethoden Hartigs und Cottas im Auge hat. Ihnen stellt er die Normalvorratsmethoden gegenüber, als „rationelle Methoden".

2. Hundeshagens Schöpfung wurde nun in der Folge in den allgemeinen Sprachgebrauch übernommen, aber, wie es scheint, nicht ganz in dem Sinn, in dem er selbst die Bezeichnung ursprünglich gebraucht hatte, sondern sie wurde im besonderen auf das damals die forstliche Welt beherrschende Massenfachwerk Hartigs angewendet, das ja auch Hundeshagen bei Schöpfung des Namens in erster Linie im Auge gehabt hatte.

In diesem engeren Sinne gebraucht sie noch Carl Heyer in der 1. Auflage seiner Waldertragsregelung 1841. Er stellt dort einander gegenüber:

Flächenteilung, Fachwerksmethode, Vereinigung beider, und schließt daran die verschiedenen Normalvorratsmethoden an.

Unter „Fachwerksmethode" versteht er das Massenfachwerk Hartigs, da er sie als eine Methode kennzeichnet, die eine „möglichst gleichmäßige Verteilung der gesamten Holznutzungen auf die einzelnen Perioden (Fache) der Einrichtungszeit bezweckt" (S. 186).

3. Anders stellt sich Carl Heyer später zum Fachwerksbegriff. Im Jahr 1848 läßt er in einer besondern, den Methoden der Ertragsregelung gewidmeten Schrift (die Hauptmethoden der Waldertragsregelung 1848) die alte Einteilung und den bisherigen Begriff der Fachwerksmethoden fallen und faßt: Flächenteilung, Fachwerksmethode (Massenfachwerk) und Vereinigung beider — zusammen unter der Bezeichnung: „Fachwerksmethoden", die er in „Flächenfachwerk", „Massenfachwerk" und „komponiertes Fachwerk" teilt, wobei er die dem Fachwerk Hartigs und Cottas so charakteristische Perioden- oder Fächerbildung als nicht bezeichnend beiseite schiebt.

In dieser Rückkehr zur ursprünglichen Auffassung H u n d e s h a g e n s scheint dem Verfasser derjenige Mangel an Folgerichtigkeit zu liegen, der die nachfolgende Verwirrung in erster Linie verschuldet haben mag. H u n d e s h a g e n hat allerdings die Bezeichnung zuerst in ganz allgemeinem Sinne für alle registrierenden Methoden, für alle Methoden, die räumliche und zeitliche Ordnung vermengen, gebraucht, — zu einer Zeit, da noch keinerlei Klärung der Methoden vorlag; er hat aber später in seiner Encyklopädie selbst, und jedenfalls hat nach ihm der allgemeine Sprachgebrauch bei der Bezeichnung ,,Fachwerksmethoden" stets nur an periodenbildende Methoden gedacht. H e y e r hätte diesem allgemeinen, den Begriff einschränkenden Sprachgebrauch folgen müssen, wie er es auch zu Anfang getan hatte; sobald er aber auf die ursprüngliche, ganz allgemeine Bedeutung des Wortes zurückgehen wollte, wäre er auch genötigt gewesen, in seinem System der Methoden auf dasselbe — a l s n i c h t s c h a r f b e z e i c h n e n d — überhaupt zu verzichten, ist es ihm ja doch selbst nicht gelungen, eine scharfe Definition seines erweiterten Fachwerksbegriffs zu geben (Hauptmethoden . . . S. 63).

Ein solcher Verzicht ist nun aber gar nicht erforderlich, denn tatsächlich verband von jeher und verbindet heute noch der allgemeine Sprachgebrauch — ohne Rücksicht auf den unsicheren Begriff H e y e r s und der ihm folgenden Schriftsteller — ganz überwiegend, in Literatur und Praxis, mit der Bezeichnung ,,Fachwerk" einen bestimmten, klar abgegrenzten Begriff, nämlich den des P e r i o d e n f a c h w e r k s (vgl. auch J u d e i c h , Thar. Jahrb. 1879).

Wollte man somit, was C. H e y e r sehr zweckmäßigerweise getan hat, die Bezeichnung ,,Fachwerk" von der Massenmethode H a r t i g s , deren bezeichnendes Merkmal gegenüber den früheren einfachen Massenteilungsmethoden unzweifelhaft die P e r i o d e n b i l d u n g u n d P e r i o d e n a u s g l e i c h u n g war, auf die F l ä c h e n methoden übertragen, so konnte man dies unseres Erachtens doch nur solchen Methoden gegenüber tun, die — wie das typische Massenfachwerk — Perioden bilden, und diese, wie dort mit M a s s e n , hier mit F l ä c h e n ausstatten, um alsdann daraus durch Ausgleich einen nachhaltigen Nutzungssatz abzuleiten.

C. H e y e r wollte nun aber die P e r i o d e n b i l d u n g nicht mehr als kennzeichnend anerkennen, und zwar weil er ihren Z w e c k nicht mitberücksichtigte. (Er hat sie jedoch bei der Definition des Massenfachwerks beibehalten!) Als Grund gibt er an, daß auch H u b e r Perioden bilde, während doch dessen Methode zweifellos keine Fachwerksmethode sei. Das ist richtig, aber H u b e r s Perioden sind keine Fachwerksperioden, weil sie n i c h t d e m s e l b e n Zweck, dem Ausgleich der Erträge im Interesse der Nachhaltigkeit, dienen. Ebensowenig, und zwar hier ohne Zweifel mit Recht, anerkennt H e y e r allgemeine periodische und jährliche Wirtschaftspläne als entscheidende Merkmale des Fachwerks, denn diese seien Gemeineigentum aller Methoden.

C a r l H e y e r gelangt denn auch, wie schon erwähnt, zu keinem scharfen, bündigen Begriff des Fachwerks; dasselbe umfaßt bei ihm sämtliche Teilungs- und Fachwerksmethoden. Diese Anschauungen sind in der Folge in die 2. Auflage seines Lehrbuchs übergegangen, während die 3. Auflage die Begriffsbestimmnug D e n z i n s gibt und auch das Massenfachwerk nicht mehr nach H u n d e s h a g e n , sondern dem Flächenfachwerk analog definiert.

4. D e n z i n hat sich eingehend mit den Fachwerksmethoden beschäftigt (vgl. A. F. u. J.-Z. 1874—1877 (S. 44) und 1883 S. 294) und geht dabei von C a r l H e y e r s weiter Begriffsfassung aus. Er bezeichnet als einziges bezeichnendes Merkmal der Fachwerksmethoden: ,,sie sollen auf der Bedingung basieren, daß die Betriebsfläche

im Lauf eines vorausbestimmten Zeitraums gerade einmal abgenutzt werde", wobei er der „Betriebsfläche" eine besondere Deutung gibt, um seine Begriffsbestimmung mit der Wirklichkeit in Einklang zu bringen.

Denzin anerkennt, wie Carl Heyer, die Periodenbildung nicht als kennzeichnendes Moment für das Fachwerk; er sagt, die periodische Ausgleichung habe den Fachwerksmethoden offenbar ihren Namen verschafft, „aber mit Unrecht, denn sie sei nur Hilfsmittel, nicht Endzweck, bestimmt und geeignet, die Auffindung des jährlichen Etats zu erleichtern". Unseres Erachtens entscheidet aber beim Aufsuchen der bezeichnenden Unterscheidungsmerkmale für die Methoden der Ertragsregelung, die zu deren Begriffsbestimmung und zur Aufstellung eines Systems der Methoden führen sollen, nicht der „Endzweck", denn er ist für alle Methoden mehr oder weniger derselbe, — nämlich die Anbahnung der Nachhaltigkeit durch entsprechende Nutzungsregelung —; kennzeichnend und entscheidend für Begriff wie für Gruppierung der Methoden scheint uns vielmehr der **Weg**, den die einzelnen Methoden einschlagen, um dieses gemeinsame Ziel zu erreichen, den gemeinsamen Endzweck zu erfüllen. Unter diesem Gesichtspunkt ist die periodische Ausgleichung ohne Zweifel ein entscheidendes Merkmal, das hat der allgemeine Sprachgebrauch längst erkannt.

So gelangt denn auch Denzin schließlich, infolge des mangelnden Einklangs seiner Begriffsbestimmung mit dem allgemeinen Sprachgebrauch — Judeich sagt mit Recht: Thar. Jahrb. 1879, S. 101: „die von Denzin aufgestellten Diagnosen weisen auf ein Fachwerk ganz gewiß nicht hin" —, zu dem, offenbar durch eine mißverstandene Aeußerung Judeichs angeregten Vorschlag, die althergebrachte Bezeichnung, mit der die große Mehrzahl der Schriftsteller und die Praxis einen ganz bestimmten Begriff verbinden, überhaupt aufzugeben und durch eine andere Bezeichnung zu ersetzen, — ein Weg, auf dem ihm niemand gefolgt ist, den insbesondere Stötzer mit Recht bekämpft (vgl. auch Borggreve, Forstabschätzung S. 150 ff.).

Auch auf die Unterteilung der Fachwerksmethoden mußte die Erweiterung des Begriffs im Sinne von Heyer und Denzin, welche die periodische Ausgleichung nicht als bezeichnendes Merkmal anerkennt, unheilvoll wirken. Hiebei konnte die Unterscheidung von Massenfachwerk, Flächenfachwerk und kombiniertem Fachwerk nicht auf die Art der Ausstattung der Perioden (mit Masse, Fläche oder mit beiden) allein bezogen werden, sondern es mußte auch die, beim Periodenfachwerk ganz unwesentliche Bestimmung des Jahresetats innerhalb der I. Periode nach Masse oder Fläche mitberücksichtigt werden, von der Judeich l. c. S. 107 mit Recht sagt: „Wie beide Fachwerksmethoden innerhalb der Periode die Jahre bedenken, ist Nebensache". So entstand unter Denzins Hand ein ganzes System von kombinierten Methoden (siehe Denzin l. c. 1883 S. 292).

Denzins System hat außer bei Gustav Heyer (Waldertragsregelung 3. A. S. 290) keine Annahme gefunden und wurde insbesondere durch Stötzer (Forstw. Zentralblatt 1884 S. 522) und Judeich (Forsteinrichtung 6. A. S. 331) zurückgewiesen.

5. Stötzer (l. c. S. 522) geht unter Hinweis auf Hundeshagen und Andere von der Voraussetzung aus, daß für das Fachwerk der Betriebsplan die Grundlage bilde und die Ertragsberechnung durch ihn bedingt sei, während derselbe bei den Normalvorratsmethoden erst in zweiter Linie erscheine. Er betrachtet somit als bezeichnendes Merkmal der Fachwerksmethoden den zur Sicherung der Nachhaltigkeit dienenden „tabellarischen Plan" mit Fächereinteilung und stellt ihnen

einerseits die Schlageinteilung gegenüber, die sich zu gleichem Zweck örtlicher Einteilung des Walds bedient, und andrerseits die Formelmethoden, die den nachhaltigen Nutzungssatz aus dem „arithmetischen Verhältnis zwischen Vorrat und Zuwachs“ mit Hilfe einer Formel ableiten. Stötzer legt den Schwerpunkt auf den Tabellenplan und die mechanische Herleitung des Nutzungssatzes aus demselben; ersterer ist ihm entscheidendes Merkmal des Fachwerks und auf ihn gründet er sein System (l. c. S. 531).

Gegen die Annahme des Tabellenplans als eines entscheidenden Merkmals des Fachwerks hat sich schon Carl Heyer (Hauptmethoden . . . S. 63) ausgesprochen, da ein solcher Plan Gemeingut aller Methoden sei, „eher schon dürfte die Art der Benützung der Pläne einen wirklichen Unterschied begründen“. Und in der Tat stützt sich das Stötzersche System nicht auf das Vorhandensein des Betriebsplanes an sich, sondern auf dessen Zweck und Verwendung bei Feststellung des Nutzungssatzes. Trotzdem möchten wir den Betriebsplan und die Ableitung des Nutzungssatzes aus ihm deshalb nicht als entscheidendes Moment betrachten, weil er lediglich eine äußere Form ist, in die sich die Etatsbestimmung kleidet, ähnlich der Formel bei den Normalvorratsmethoden, so daß innerhalb dieser Form Wege eingeschlagen werden können, die sehr verschiedenen Prinzipien folgen. Dieser Umstand führt denn auch dazu, daß die in ihrem Prinzip vom Fachwerk grundverschiedenen Altersklassenmethoden von Stötzer deshalb zu den Fachwerksmethoden gezählt und „unvollkommenes“ oder (da sie sich auf eine Periode beschränken) „beschränktes Fachwerk“ genannt werden, weil sie den Nutzungssatz mechanisch aus einem Tabellenplan ableiten, was doch nicht prinzipielle Bedeutung hat. (Vgl. auch Sieber, A. F. u. J.-Z. 1903 S. 111.)

6. Judeich (Forsteinrichtung 6. A. S. 332), der die Vorzüge des Stötzerschen Systems, seine geschichtliche Grundlage und seine Einfachheit, vor andern hervorhebt, beanstandet nur, daß der Begriff des Fachwerks etwas zu weit ausgedehnt sei, so daß er auch Judeichs „Bestandeswirtschaft“ in sich schließt, die doch die Periodenteilung als Mittel zur Ertragsbestimmung nicht benützt. Er stellt die „Altersklassenmethoden“ dem Fachwerk selbständig gegenüber, als Methoden, welche die Abtriebsnutzung bestimmen auf Grund einer Vergleichung des wirklichen mit dem normalen Altersklassenverhältnis. Aus dieser Vergleichung ergibt sich die Größe des Jahresschlags ohne die Notwendigkeit einer Verteilung von Fläche, Masse usw. auf bestimmte Zeiträume.

Judeich definiert l. c. das Flächenfachwerk entsprechend der alten Begriffsbestimmung des Massenfachwerks. — Mangels eines voll zutreffenden Systems scheidet er alsdann in seinem Lehrbuch lediglich: Flächenmethoden, Massenmethoden, kombinierte Methoden und Werteinheitsmethoden, je nachdem sie bei der Ertragsregelung den Maßstab der Fläche, der Masse usw. benützen.

Eine solche Einteilung nach ganz nebensächlichen Momenten kann nun selbstverständlich ein System nicht ersetzen. Judeichs Einteilung erweist sich denn auch als praktisch minderwertig, werden doch durch dieselbe z. B. die verschiedenen Fachwerksmethoden auseinandergerissen und verschiedenen Gruppen zugewiesen.

Mit Ausnahme der obengenannten — betrachten die meisten Schriftsteller die Periodenbildung als das entscheidende Merkmal der Fachwerksmethoden, so Pfeil, Grebe, Judeich, Borggreve, Graner, Weise, Weber (obgleich er die Begriffsbestimmung Denzins gibt,) Martin, v. Guttenberg.

Daraus geht hervor, daß heute noch nicht volle Einigkeit über Einteilung und

Benennung der Methoden der Ertragsregelung besteht, daß insbesondere noch Streit darüber herrscht, in welchem Verhältnis die sog. Altersklassenmethoden zu den Fachwerksmethoden stehen. Außerdem dürfte das Gesagte beweisen, daß die ganze Unklarheit und Meinungsverschiedenheit in bezug auf Einteilung der Methoden der Ertragsregelung zurückzuführen ist auf die verschiedenen Auffassungen über das Wesen des Fachwerks bezw. die Unklarheit darüber, was nun eigentlich „Fachwerk“ genannt wird.

Ehe die Methoden und ihre Bezeichnungen in ein System gebracht werden können, das eine allseitige Verständigung sichert, muß diese Frage entschieden sein, sowohl zu sicherer Abgrenzung des Fachwerks nach außen, wie zu klarer Unterteilung desselben nach innen. Entscheidend dafür sind: die geschichtliche Entwicklung und der herrschende Sprachgebrauch. Der letztere hindert uns in gleicher Weise, auf die erste, ganz allgemeine Bezeichnung Hundeshagens zurückzugreifen, wie Denzin zu folgen. Uns scheint vielmehr aus beiden Gesichtspunkten hervorzugehen, daß wir als „Fachwerk“ eine Methode zu bezeichnen haben, die auf dem Weg zur Nachhaltigkeit zunächst nur periodischen Ausgleich sucht und zu nachhaltiger Nutzung gelangt durch Zerlegen einer vorher festbestimmten Umtriebszeit in Nutzungsperioden und Aufteilen der ganzen Betriebsfläche unter dieselben, wozu sie sich als äußerer Form selbstverständlich des Tabellenplans bedient (vgl. auch Borggreve, Forstabschätzung S. 121 und 152).

Diese Begriffsbestimmung schließt nicht allein die Schlageinteilung, sondern auch die Altersklassenmethoden aus, denn sie ist enger als diejenige Stötzers; wir glauben deshalb annehmen zu dürfen, daß Judeich derselben zugestimmt hätte, was auch aus seiner Begriffsbestimmung des Fachwerks auf S. 337 seines Lehrbuchs und seinen Ausführungen im Thar. Jahrb. 1879 S. 105 hervorgeht. Sie entspricht dem alten Fachwerkbegriff Heyers von 1841 und damit dem allgemeinen Sprachgebrauch, der unter „Fachwerk“ ausschließlich das Periodenfachwerk versteht. Auch dasjenige Merkmal, das Denzin als „einziges charakteristisches“ hervorhebt, die einmalige Abnutzung der ganzen Betriebsfläche in einem vorausbestimmten Zeitraum kommt in der „Aufteilung der Betriebsfläche“ zum Ausdruck. Doch handelt es sich hier um ein Merkmal, welches das Fachwerk mit der einfachen Teilung gemein hat, während Denzins Begriffsbestimmung das andere unterscheidende Merkmal, dem die Methoden ihren Namen verdanken, nicht gelten läßt, — die Aufteilung unter die Zeitfächer des Umtriebs. Die Periodenbildung ist für ihn, wie vor ihm für Carl Heyer, nicht bezeichnend; wir dagegen sehen im Uebergang von der Teilung in Einzeljahre zur Teilung in Perioden —, innerhalb deren wirtschaftlich, insbesondere waldbaulich freie Bewegung bleibt, — einen grundsätzlichen Schritt vorwärts in der Wahl des Wegs zur Nachhaltigkeit.

B. Das System der Methoden der Ertragsregelung.

§ 45. Wenn wir nunmehr zur Aufstellung eines Systems schreiten, so finden wir wie schon oben erwähnt wurde, beim Ueberblick über die große Zahl der im Laufe der Zeit vorgeschlagenen und angewendeten Methoden der Ertragsregelung große Mannigfaltigkeit. Diese Methoden verfolgen verschiedene Wirtschaftsziele oder dieselben Ziele in verschiedenem Maß und auf verschiedenen Wegen, sie wählen zur Grundlage für die Ertragsregelung bald die Masse, bald die Fläche usw., sie zeigen schließlich zahlreiche Uebergänge und Verbindungen.

Diese Vielgestaltigkeit in ein System zu bringen, das allen Anforderungen genügt, besonders auch kritische Betrachtung und Vergleichung der Gruppen und einzelnen Methoden gestattet, erscheint nur möglich auf der Grundlage eines allen gemeinsamen entscheidenden Wirtschaftsziels.

Dieses Wirtschaftsziel kann nur die **Nachhaltigkeit** sein (vgl. auch den Einteilungsgrund Stötzers, Forstw. Zentralbl. 1884 S. 531). Das Streben nach Ausgleichung der Jahresnutzung allein ist es, das alle Methoden, wenn auch in verschiedenem Maße und gegebenenfalls nur bedingt (s. Judeich, Forsteinrichtung S.429) [1]), gemein haben. Ihm verdanken sie ja auch ihre Entstehung.

Und wiederum können die Methoden der Ertragsregelung nur gekennzeichnet werden: durch die **verschiedenen Wege**, auf denen sie diesem gemeinsamen Ziele zustreben.

Wir müssen uns also, um ein Einteilungssystem zu finden, zuerst die Frage vorlegen: Welche grundsätzlich verschiedenen Wege werden von den vorhandenen Methoden eingeschlagen, um zu nachhaltiger Nutzung zu gelangen?

Sind wir mit Hilfe dieser Wege zur Bildung von Gruppen und deren Benennung gelangt, so können zur Unterteilung innerhalb der Gruppen sonstige bezeichnende Momente dienen, wie z. B. die Benützung des Maßstabs der Masse oder Fläche zur Ertragsausgleichung.

Nur auf dieser Grundlage gelangen wir zu einem System, das sich aufs beste mit der geschichtlichen Entwickelung und den eingebürgerten Begriffen und Bezeichnungen deckt, was unbedingt gefordert werden muß (vgl. auch Judeich, Forsteinrichtung S. 331, Stötzer l. c. S. 522).

Die verschiedenen Wege nun, die eingeschlagen worden sind, um bei Regelung des Ertrags dem Prinzip der Nachhaltigkeit zu dienen, sind folgende:

1. Unmittelbares Aufteilen der Vorrats- und Zuwachsmassen unter die einzelnen Nutzungsjahre bestimmter Zeitabschnitte.

2. Aufteilung dieser Massen unter Herstellung des normalen Vorrats.

3. Zerlegen der Betriebsfläche in Jahres- oder Periodenschläge.

4. Zerlegen der Umtriebszeit in Nutzungsperioden und Aufteilen der ganzen Betriebsfläche unter dieselben mit Hilfe eines Tabellenplans.

5. Bestimmen der Nutzungsfläche für den nächsten Wirtschaftszeitraum so, daß durch dieselbe das vorhandene Altersklassenverhältnis dem Normalzustand zugeführt wird.

Einige Wege, die zu Methoden von geringerer theoretischer und praktischer Bedeutung führen, sollen hier nicht berücksichtigt werden, so die Wertseinheitsmethoden und die Zuwachsmethoden. Sie und andere Methoden lassen sich ohne weiteres in das System einreihen, sobald festgestellt ist, welchen Weg sie einschlagen, um zu nachhaltiger Nutzung zu gelangen. Weitere neue Wege und damit Gruppen von Methoden lassen sich an

---

1) Die „Bestandeswirtschaft" z. B. geht zunächst von dem Grundsatz aus, daß jeder Bestand für sich im aussetzenden Betrieb behandelt werden soll. Wollte sie sich hierauf beschränken, ohne der Nachhaltigkeit der Ertragslieferung bei Bestimmung des Nutzungssatzes entsprechend Rechnung zu tragen, so gehörte diese Methode überhaupt nicht in das nachfolgende System; sie würde ja auch nicht eigentlich eine Ertrags-Regelung, sondern nur eine Ertrags-Ermittlung vornehmen.

die aufgezählten Fünfe jederzeit anreihen. Eine Methode verdient übrigens hier noch Erwähnung, die in neuerer Zeit mehrfach Gegenstand der Erörterung in der Literatur war. Es ist die für den reinen Blenderbetrieb bestimmte Méthode de contrôle von Biolley, die den Zuwachsmethoden zuzurechnen wäre. Biolley will den laufenden Zuwachs nutzen, und strebt ohne Umtriebszeit und Bestandesalter — die nach ihm schuld daran sind, daß die Forsteinrichtung Selbstzweck geworden — nach einem „Zuwachsmaximum bei Vorratsminimum".

Literatur: Schweizer Zeitschr. f. Forstwesen 1887, S. 189, 1901 S. 181—191 (Vortrag Biolleys) und S. 269 ff (Kritik Flurys). Ausführlich behandelt ist die Methode ferner in der Arbeit von Wernick über den Blenderwald A. F. u. J.-Z. 1910 S. 229 ff.

Daraus ergibt sich folgendes Einteilungssystem:

1. Die Massenteilungsmethoden

bestimmen die nachhaltige Nutzung auf dem Weg einfacher gleicher Aufteilung der Gesamtmasse von Vorrat und Zuwachs unter die einzelnen Nutzungsjahre des Berechnungszeitraums. Sie bilden die Vorstufe einerseits zu den Normalvorratsmethoden und andererseits zum Massenfachwerk.

Hierher gehören z. B. die Methoden von Beckmann, Trunk, von Wedell-Wiesenhavern, Maurer u. a. Einen Uebergang zum Massenfachwerk bildet die Methode Hennerts.

2. Die Normalvorratsmethoden

erstreben die Nachhaltigkeit durch Herstellen des Normalzustands auf dem Wege des Normalvorrats. Sie bestimmen die jährliche Nutzung aus Zuwachs und Vorrat mit Hilfe einer Formel so, daß sich allmählich der Normalvorrat einstellt.

Sie deshalb „Formelmethoden" zu nennen, wie dies z. B. Stötzer tat, halten wir nicht für begründet, denn die Formel ist nicht das Entscheidende an der Methode, sondern nur ein kurz gefaßter Ausdruck der Beziehungen, in welche die bestimmenden Größen zur Jahresnutzung gebracht werden, also nur eine an sich entbehrliche Form, in die sich die Methoden im Interesse der Einfachheit kleiden.

Die Methode von Breymann, die sich ebenfalls der Formel bedient, setzt an Stelle der Masse das Durchschnittsalter und schlägt damit einen eigenen Weg ein.

Zu dieser Gruppe gehören als wichtigste Methoden: die österreichische Kameraltaxe, die Methoden von Hundeshagen von Karl und von Carl Heyer.

Carl Heyer gibt seiner Formel ausdrücklich einen Betriebsplan mit auf den Weg, der mit der zeitlichen Ertragsregelung an sich zunächst nichts zu tun hat, der also, wie Heyer selbst hervorhebt, das Grundsätzliche der Methode nicht berührt und ebensogut wegbleiben könnte. Derselbe dient der räumlichen Ordnung des Betriebs und der Regelung der Betriebsausführung — er ist später unter Gustav Heyers Hand zum reinen Fachwerksplan geworden.

Carl Heyer sagt selbst über diesen Betriebsplan in seiner Schrift: Hauptmethoden der Ertragsregelung 1848 S. 62: „Wir brauchen wohl nicht mehr besonders hervorzuheben, daß diese Pläne bei uns nicht Mittel zur Etatsbestimmung und -bemessung selbst, sondern nur dazu bestimmt sind, die Ergebnisse einer vorgängigen und mit allseitiger Berücksichtigung der hiebei entscheidenden Verhältnisse angelegten Waldertragsregelung nach Materialbetrag, Flächenraum und Zeit übersichtlich darzustellen".

3. Die Flächenteilungsmethoden

bestimmen die nachhaltige Jahresnutzung durch unmittelbares Ausmessen von entsprechend großen Jahresschlägen, d. h. durch Aufteilen der Betriebsfläche unter die einzelnen Nutzungsjahre ohne Tabellenplan.

Hierher gehören die einfache Schlageinteilung und die Proportionalschlageinteilung.

4. Die Fachwerksmethoden

suchen zunächst nur periodischen Ausgleich und gelangen zu nachhaltiger Nutzung durch Zerlegen der Umtriebszeit in Nutzungsperioden und entsprechendes Aufteilen der ganzen Betriebsfläche unter dieselben. Dazu bedienen sie sich naturgemäß eines Tabellenplans, ohne daß dieser als kennzeichnendes Merkmal erschiene.

Das Zerlegen der Umtriebszeit in Nutzungsperioden und das Beschränken von Aufteilung der Betriebsfläche und Ausgleich auf diese Perioden bedeutet, geschichtlich betrachtet, einen

wesentlichen Fortschritt gegenüber der Teilung in Einzeljahre (J u d e i c h , Thar. Jahrb. 1879 S. 102), für die Ertragsregelung, wie in waldbaulicher Beziehung. Die Periodenbildung entsprach einem dringenden Bedürfnis des Hochwaldbetriebes, und es verdient deshalb dieser Weg zu nachhaltiger Nutzung besonders hervorgehoben und der einfachen Teilung gegenübergestellt zu werden. So kommt es auch, daß diese Periodenbildung als hervorstechendste Eigenschaft den Methoden ihren Namen gegeben hat, und wenn auch H u n d e s h a g e n ursprünglich alle registrierenden Methoden miteingeschlossen hatte, so hat er doch die Periodenbildung in erster Linie im Auge gehabt, denn von „unendlich vielem Registrieren und Fachwerk" konnte er doch nur bei ihr sprechen. So haben denn auch Literatur und Praxis in richtiger Würdigung der Periodenbildung als des die Fachwerksmethoden kennzeichnenden Moments die Benennung in diesem engeren Sinn beibehalten.

Zur Abgrenzung der Fachwerksmethoden gegen die Teilungsmethoden ist zu bemerken, daß für die Zugehörigkeit zum Fachwerk an sich noch nicht entscheidend ist, ob die Methoden Nutzungsperioden bilden und die Gesamtfläche unter sie aufteilen, sondern, o b d i e s d e r W e g f ü r s i e i s t , u m z u r N a c h h a l t i g k e i t z u g e l a n g e n , o b a l s o e i n A u s g l e i c h z w i s c h e n d e n P e r i o d e n i m I n t e r e s s e d e r N a c h h a l t i g k e i t stattfindet, oder nicht.

So gehören z. B. die Methoden v. W e d e l l s und M a u r e r s nicht zu den Fachwerksmethoden, obgleich sie Altersklassen bilden, weil sie nur i n n e r h a l b derselben den Nutzungssatz feststellen, ohne einen Ausgleich im Interesse der Nachhaltigkeit vorzunehmen. Die erstere Methode dient eher dem Interesse der Wirtschaftlichkeit, insofern sie fordert, daß die Nutzung in der einzelnen Altersklasse gegebenenfalls unter Verkleinerung des Etats so lange festgehalten werden soll, bis in der nächsten haubares Holz vorhanden ist.

Anders die Methode H e n n e r t s. Sie bildet einen Uebergang von der Massenteilung zum Massenfachwerk; sie bestimmt zunächst die Nutzungssätze für die einzelnen Altersklassen, beruhigt sich aber nicht bei deren verschiedener Größe, sondern berechnet den nachhaltigen Nutzungssatz des ganzen Umtriebs und sucht nun Nutzungsperioden mit gleichen Sätzen zu gewinnen, benützt also, wenn auch noch unklar und unbestimmt, die Klassen gegebenenfalls zum Massenausgleich.

Zum Fachwerk gehören ferner nicht die sog. „P e r i o d e n s c h l ä g e" (vergl. J u d e i c h , Thar. Jahrb. 1879 S. 102), obgleich sie eine Uebergangsform zum Flächenfachwerk bilden, da diese Vereinigung von Jahresschlägen nicht dem Zweck der Ertragsausgleichung, sondern bloß dem der Verjüngung dient. Ueberdies wird hier die Feststellung des nachhaltigen Nutzungssatzes nicht durch einen Tabellenplan vermittelt.

Für die U n t e r t e i l u n g d e r F a c h w e r k s m e t h o d e n ist nun weiterhin bestimmend der M a ß s t a b , nach dem die Aufteilung der Betriebsfläche unter die Perioden und der Ausgleich im Interesse der Nachhaltigkeit erfolgt, also Masse, Fläche, Wert. Kein kennzeichnendes Merkmal scheint uns dagegen der Maßstab zu sein, nach dem die weitere Teilung innerhalb der ersten Periode erfolgt und in dem sich dann der jährliche Nutzungssatz ausdrückt (Flächenetat oder Massenetat), vgl. J u d e i c h l. c. S. 107.

So gelangen wir zu folgenden Fachwerksmethoden:

a) D a s M a s s e n f a c h w e r k

ist gekennzeichnet durch Aufteilen der Betriebsfläche unter die Perioden nach Maßgabe der denselben zufallenden N u t z u n g s m a s s e n.

Hier werden die einzelnen Waldflächen [1]) nach ihren Nutzungsmassen den Perioden zugeteilt, worauf im Interesse der Nachhaltigkeit durch Verschieben geeigneter Waldflächen zwischen den Perioden ein M a s s e n a u s g l e i c h stattfindet.

Innerhalb der ersten Periode kann nun weiterhin der Nutzungsausgleich erfolgen: entweder nach dem Faktor der Masse, — wir erhalten einen Massenetat, wie z. B. beim Massenfachwerk H a r t i g s; oder nach dem der Fläche — mit Flächenetat, ohne daß das Prinzip des Massenfachwerks davon berührt wird.

---

1) Das Wort „Fläche" wird in doppeltem Sinne gebraucht; einmal versteht man darunter die Fläche i n c o n c r e t o, dann ebenso aber auch das F l ä c h e n m a ß. Das kann zu Unklarheiten führen. Wir sprechen hier deshalb absichtlich von „Waldflächen" = konkreten Flächen, und nicht, wie üblich, von Beständen, u m z u z e i g e n , d a ß a u c h d a s M a s s e n f a c h w e r k e i n e A u f t e i l u n g d e r **Flächen** vornimmt, also richtig betrachtet zu den „Flächenmethoden" gehört, wenn es auch nicht nach dem Flächen m a ß ausgleicht.

b) Das Flächenfachwerk

zeigt ein Aufteilen der Betriebsfläche unter die Perioden nach Maßgabe der denselben zufallenden Flächengrößen. Hier findet im Interesse der Nachhaltigkeit eine Ausgleichung der Flächenmaße zwischen den Perioden statt durch Verschieben geeigneter Bestände zwischen denselben.

Innerhalb der nächsten Periode kann auch hier die Jahresnutzung als Massen- oder Flächenetat festgestellt werden, ohne daß dies für die Methode von grundsätzlicher Bedeutung wäre.

Judeich schildert in seinem Lehrbuch dieses Flächenfachwerk. Das Beispiel, das er im Anschluß mitteilt (S. 346), und in dem er, nach Zuteilung und Ausgleich der Nutzungsflächen sämtlicher Perioden, für die drei ersten derselben auch noch die Massen berechnet, kann irreführen. Es ist aber trotz dieser Berechnung der Massen für mehrere Perioden ein Flächenfachwerk und kein kombiniertes Fachwerk, das hier angewendet wird, wie Stötzer annimmt (Lehrb. S. 200), weil kein Massenausgleich zwischen den Perioden stattfindet, die Massen also nicht zur Förderung der Nachhaltigkeit benützt werden. Der Anbahnung der Nachhaltigkeit dient vielmehr nur das Flächenmaß. Die Massen wurden wohl nur deshalb für mehrere Perioden berechnet, um den mangelhaften Erfolg des Flächenfachwerks in bezug auf Ausgleich der Massenerträge im ersten Umtrieb darzutun.

c) Das kombinierte Fachwerk

besteht im Aufteilen der Betriebsfläche unter die Nutzungsperioden mit Berücksichtigung beider Faktoren — der Masse und des Flächenmaßes — beim Ausgleich im Interesse der Nachhaltigkeit.

Hier wird bei Ausstattung der Perioden der Einfluß beider Maßstäbe auf die Ausgleichung der Erträge in eigenartiger Weise verbunden, mit dem Ergebnis, daß der Faktor der Masse mehr auf die Ertragsregelung der nächsten Perioden, derjenige der Fläche mehr auf die fernere Zukunft (spätere Perioden und zweiter Umtrieb) Einfluß nimmt.

Ob Massenzuteilung und -ausgleich sich auf sämtliche Perioden erstreckt oder auf die 2—3 nächstliegenden beschränkt, ist ohne grundsätzliche Bedeutung. Dagegen halten wir eine Beschränkung der Flächenzuteilung oder das Zusammenfassen mehrerer Perioden zu diesem Zweck für unzulässig. Ebenso darf beim kombinierten Fachwerk eine Beschränkung der Massenberechnung auf die nächste Periode allein nicht stattfinden, da in diesem Fall ein Massenausgleich zwischen den Perioden im Interesse der Nachhaltigkeit nicht mehr möglich ist. Das beim kombinierten Fachwerk vielfach hervortretende Streben, die Massenberechnung auf die erste Periode zu beschränken und der Nachhaltigkeit nur durch Ausstatten der späteren Perioden mit entsprechenden Flächen zu dienen, führt eben zum reinen Flächenfachwerk zurück. Vgl. S. 392.

Auf eine weitere Unterart des Fachwerks soll hier nicht eingegangen werden.

Von den Fachwerksmethoden geht das Massenfachwerk unmittelbar auf sein Ziel gleicher Nutzungsmassen für die Perioden los, indem es einfach durch Zuteilung entsprechender Nutzungsobjekte Massenausgleich zwischen denselben herstellt. Anders verfahren Flächenfachwerk und kombiniertes Fachwerk. Beide streben zunächst einer Anbahnung normaler Altersklassen nach Flächenausdehnung und Lagerung zu, durch Ausstattung der Perioden mit gleichen Flächenmaßen und mit Waldflächen von entsprechender räumlicher Lagerung, und gelangen so auf dem Umweg über den Normalzustand in späterer Zeit zur Nachhaltigkeit, wobei das kombinierte Fachwerk dazu noch, soweit möglich, einen Massenausgleich für die nähere Zukunft, also zwischen den nächsten Perioden sucht.

5. Die Altersklassenmethoden.

(Judeich, Forsteinrichtung S. 414.)

Zu nachhaltiger Nutzung führt endlich die unmittelbare Einwirkung auf das Altersklassenverhältnis. Sein Normalzustand soll dadurch allmählich hergestellt werden, daß die Nutzungsfläche für einen nächsten kurzen Nutzungszeitraum in

entsprechender Größe festgesetzt wird. Dabei wird die Periodenbildung und die Aufteilung der Betriebsfläche unter diese Perioden grundsätzlich unterlassen und auf das Herstellen räumlicher Ordnung durch diese Aufteilung verzichtet.

Die Altersklassenmethoden bestimmen die nachhaltige Jahresnutzung für den nächsten Wirtschaftszeitraum aus der demselben zufallenden Nutzungsfläche, diese wird zuvor an der Hand des wirklichen Altersklassenverhältnisses so festgesetzt, daß die Altersklassen in kürzester Zeit und mit geringsten Opfern den Normalzustand erreichen; diese Methoden weisen ferner dem Wirtschaftszeitraum eine entsprechende Zahl von Nutzungsbeständen zu.

Die räumliche Ordnung, die den ungestörten Fortgang der Nutzungen zu sichern hat, und die eine weitere Hauptbedingung für den Normalzustand der Altersklassen ist, überlassen diese Methoden im Gegensatz zum Flächen- und kombinierten Fachwerk anderweitiger Regelung, und unterstützen dieselbe durch entsprechende Auswahl der Nutzungsbestände für den Hauungsplan.

Nach Judeich soll sich der Nutzungssatz aus dem Entwurf des Hauungsplans ergeben, geregelt durch den normalen Jahresschlag.

Zu den Methoden dieser Gruppe gehören:

Das „ältere" sächsische Verfahren (Judeich l. c. S. 415), das neue württembergische Verfahren (vergl. H. Speidel, A. F. u. J.-Z. 1893 S. 145; das Verfahren entspricht im allgemeinen den dort geforderten Aenderungen am bestehenden kombinierten Fachwerk) und Judeichs Bestandeswirtschaft.

Diese Methoden versehen lediglich den nächsten Nutzungszeitraum mit einem Flächenanteil, welcher der Nachhaltigkeit dadurch dient, daß er die Normalität des Altersklassenverhältnisses fördert, und zwar geschieht dies seitens der „Bestandeswirtschaft", soweit sie nicht aussetzenden Betrieb der Einzelfläche voraussetzt (Judeich l. c. S. 429), in gleicher Weise, wie bei den beiden erstgenannten Methoden, nur mit der Abweichung, daß sie dabei das Prinzip der Wirtschaftlichkeit voranstellt.

§ 46. Auch noch nach einem anderen Gesichtspunkte lassen sich übrigens die Methoden der Ertragsregelung gruppieren.

Die ganze Forsteinrichtungslehre ist aus dem Bedürfnisse einer nachhaltigen Regelung des Waldertrags — also der zeitlichen Ordnung — herausgewachsen. Da nun aber diese Aufgabe durch entsprechende räumliche Anordnungen im Wald sehr erleichtert wird, ja fast bedingt ist, so lag es nahe, die Regelung der räumlichen Ordnung mit der Ertragsregelung zu verbinden, ein Weg, der zumeist beschritten worden ist.

Die Mehrzahl der Methoden der Ertragsregelung stellen sich nämlich die doppelte Aufgabe:

1. den Hieb**satz** zu bestimmen, den Ertrag zeitlich zu ordnen,

2. den Hiebs**ort** festzulegen und dadurch unmittelbar entscheidend auf die räumliche Ordnung einzuwirken.

Diese Methoden stellen sich also die Aufgabe, neben ihrem Hauptziel der zeitlichen Ertragsregelung — **und um diesem zu dienen** — auch noch für räumliche Ordnung zu sorgen. Sie üben dementsprechend einen so entscheidenden Einfluß auch auf die räumliche Ordnung aus, daß wir sie besser „Methoden der Betriebseinrichtung" nennen würden (eine Bezeichnung, die Graner (Forstbetriebseinrichtung 1889, S. 99) unbegründeter Weise allen Methoden gibt), weil hier mit der Ertragsregelung zusammen tatsächlich der ganze Betrieb geordnet wird.

Doch gilt dies nicht für alle Methoden, wir können vielmehr scheiden:

1. Methoden, die sich nur die zeitliche Ordnung des Betriebs zur Aufgabe machen, sich auf Feststellung des nachhaltigen Nutzungssatzes beschränken, — Methoden nur der Ertragsregelung — und

2. Methoden, die räumliche und zeitliche Ordnung gleichzeitig, d. h. in einem Akte anstreben, bzw. mit der Ertragsregelung die Einwirkung auf die räumliche Ordnung im Wald verbinden, — Methoden der Betriebs- und Ertragsregelung.

Diese Scheidung deckt sich wohl, um dies hier nur zu erwähnen, mit der ursprünglichen Scheidung Hundeshagens von „Fachwerksmethoden" und „rationellen Methoden", der Teilung v. Wedekinds (Anleitung zur Betriebsregulierung und Holzertragsschätzung der Forste 1834) und der Unterscheidung von „mechanischer" und „rechnerischer" Herleitung des Nutzungssatzes (Stötzer).

Betrachten wir nun die Methoden unter dem Gesichtspunkt dieser Scheidung, so gehören zu der erstgenannten Gruppe der Methoden nur der Ertragsregelung: die Massenteilungsmethoden und die Normalvorratsmethoden.

Was insbesondere die letzteren betrifft, so beschränken sie sich auf Feststellung des jährlichen Nutzungssatzes und verschmähen es meist absichtlich und ausdrücklich, bei der zeitlichen Ertragsregelung in demselben Akt gleichzeitig auf die räumliche Ordnung einzuwirken, woraus aber nicht zu folgern ist, daß ihre Vertreter die räumliche Ordnung darum geringer achten oder sie gar überhaupt für entbehrlich halten.

Man hat vom Standpunkte des Fachwerks aus den Normalvorratsmethoden den Vorwurf gemacht, daß sie die räumliche Ordnung vernachlässigen, unseres Erachtens mit Unrecht.

Die Normalvorratsmethoden erachten es einfach nicht als ihre Aufgabe, gleichzeitig der Ertragsbestimmung und der räumlichen Ordnung zu dienen; sie beschränken sich vielmehr — und darin muß ihnen vollkommen Recht gegeben werden — auf ihre eigenste Aufgabe, die zeitliche Regelung des Ertrags, und vermeiden es grundsätzlich, zwei Aufgaben zu verquicken, die von ganz verschiedenen Grundlagen ausgehen und ganz verschiedenen Zielen folgen.

In dieser Beziehung war Hundeshagen unseres Erachtens vollkommen berechtigt, seine Methode im Gegensatz zum Fachwerk seiner Zeit die „rationelle" zu nennen.

Daß beide Aufgaben nichts mit einander zu tun haben, geht, wie bereits in der Einleitung hervorgehoben wurde, schon daraus hervor, daß die Ertragsregelung zu erfolgen hat unter Wahrung der Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit, während die räumliche Ordnung das Ergebnis ist, oder doch sein sollte, von Erwägungen ganz anderer Art; sie ist abzuleiten in erster Linie aus Forderungen von Waldbau, Forstschutz, Forstbenutzung und Betriebsführung. Eine an sich überflüssige, unlösbare Vermengung dieser verschiedenen Aufgaben, wie wir sie nachher kennen lernen werden, kann nur zur Unklarheit und Verwirrung der einzelnen Gesichtspunkte führen und zur Hintansetzung des einen zugunsten des andern.

Jedes „Verfahren der Forsteinrichtung" besteht aus 2 Teilen:

1. dem Ordnen des Betriebs in räumlicher Beziehung,
2. der angewendeten Methode der (zeitlichen) Ertragsregelung.

Ein Vorwurf an diese letztere Methode, daß sie die räumliche Ordnung vernachlässige, ist daher überhaupt nicht statthaft, dieser Vorwurf kann sich nur an das ganze Einrichtungsverfahren richten. Beide werden aber leider meist gleichgesetzt,

da nirgends auf eine klare Trennung beider Aufgaben — der räumlichen und zeitlichen Ordnung — gedrungen wird.

Daß auch bei Aufstellung der Vorratsmethoden die Notwendigkeit einer Regelung der räumlichen Ordnung nicht vergessen worden ist, zeigen deren vornehmste Vertreter aufs klarste: Hundeshagen und Carl Heyer. Ebensowohl geht aber auch aus den Ausführungen dieser Männer hervor, daß sie eine Vermengung der Pflege der räumlichen und der zeitlichen Ordnung nicht wollten und nicht für zweckmäßig hielten.

Insbesondere gilt dies von Hundeshagen. Er weist in seiner Forstabschätzung (1826 S. 236) den Vorwurf zurück, als ob seiner Einrichtung gerade diejenigen Momente fehlten, die „Plan und Ordnung" in die Wirtschaft bringen. Er will diese Momente, die räumliche Ordnung, nur nicht mit der Ertragsermittlung verquicken, und geht von dem richtigen Grundsatz aus, daß ihre Regelung größerer Freiheit und Einwirkung der äußeren Verwaltung bedürfe, als die Ertragsbestimmung gewähren kann. Hundeshagen will grundsätzlich dem Verwaltungspersonal die Wahl der Hiebsorte überlassen (d. h. es sollen waldbauliche und andere Gesichtspunkte maßgebend sein) und die Wirtschaft nicht auf bestimmte Flächen festlegen, da die künftige Behandlung sich nicht voraussehen lasse. „Wenn der Techniker erst weiß, wieviel er fällen soll, so wird es ihm nicht schwer halten, diejenigen Bestandesabteilungen herauszufinden, die sich am besten eignen." Ferner will Hundeshagen (Encyklopädie der Forstwissenschaft 1821 S. 545) den Betrieb vor Festsetzung des Nutzungssatzes geordnet wissen, und zwar „soll mit größter Umsicht erwogen werden, auf welche Weise jeder einzelne Forstteil am zweckmäßigsten für den höchsten Ertrag der ganzen Wirtschaft benützt werden könne", es werden Betriebsklassen gebildet, es werden allgemeine Regeln für Anlage und Reihenfolge der Schläge und Kulturen aufgestellt usw., allerdings nicht in der bindenden Art des Fachwerks. Von dieser Tätigkeit unabhängig erfolgt dann die Ertragsregelung durch Rechnung mit Hilfe der Formel.

Wenn sich weiterhin Hundeshagen darauf beschränkt, den Betriebsplan auf 10 Jahre festzulegen, „um der Einsicht des Verwaltungspersonals nicht vorzugreifen" (d. h. um der Wandelbarkeit der wirtschaftlichen Verhältnisse Rechnung zu tragen), so zeugt diese mehrfach angegriffene Bestimmung, wie die ganze Stellung Hundeshagens zur Forsteinrichtung, unseres Erachtens von hoher wirtschaftlicher Einsicht, die der Zeit weit vorausgeeilt war.

Carl Heyer (Waldertragsregelung 1. A. S. 235) gibt seiner Formel ausdrücklich einen Betriebsplan bei; „obgleich seine Anfertigung gerade nicht durch das Prinzip der Methode bedingt wird, so ist sie doch aus . . . Gründen für deren wirtschaftliche Nützlichkeit und Notwendigkeit nicht zu unterlassen". Dieser Betriebsplan soll neben Beschaffung der Formelgrößen besonders der Herstellung räumlicher Ordnung dienen, weil, wie Heyer ausdrücklich hervorhebt, die praktische Etatsordnung mit gutem Erfolg in die engen Grenzen einer mathematischen Formel sich nicht einzwängen lasse.

Uebrigens zeigen die Anschauungen Carl Heyers (Lehrbuch . . . 1. A. S. 5 und Methoden der Waldertragsregelung S. 11) nicht mehr den klaren Blick in bezug auf das Verhältnis der räumlichen zur zeitlichen Ordnung im Wald, der Hundeshagen ausgezeichnet hatte. Denn jener will zwar — ein an sich richtiger Gedanke — das natürliche Prinzip bei der Ertragsregelung ausdrücklich ausgeschaltet wissen, — bekämpft er doch am letzteren Orte (S. VI) Heinrich Cottas These 4[1]),

1) Vorwort der „Anweisung zur Forsteinrichtung und -abschätzung" I. Teil 1820.

„durch welche man sich zu der Annahme habe hinreißen lassen, der Waldbau sei viel wichtiger als die Waldertragsregelung, ja letztere in der Regel ganz entbehrlich", — bezeichnet aber trotzdem als Aufgabe der Ertragsregelung: „Das Einkommen aus den Wäldern zu bemessen und den Ertrag derselben räumlich und zeitlich zu ordnen", wie er auch in seinem „Lehrbuch der Waldertragsregelung" die Besprechung des gesamten Regelung der räumlichen Ordnung nicht umgehen kann. Damit aber gerät diese ganz in den Dienst der Ertragsregelung, die sie bestimmenden produktiven Momente werden zurückgedrängt.

Der Betriebsplan selbst aber, den Carl Heyer seiner Formel beigibt, wurde späterhin unter Gustav Heyers Hand zum reinen Fachwerksplan; für ihn gilt, was bezüglich des Fachwerks gesagt worden ist.

Aus dem Vorstehenden geht hervor, daß beide Schriftsteller den Betriebsplan, der für räumliche Ordnung sorgt, als eine notwendige Ergänzung ihrer Methoden betrachten, jedoch ohne daß er ihnen ein grundsätzliches Erfordernis wäre, weil sich ihre Methoden ausschließlich mit der zeitlichen Ordnung befassen.

Bezeichnend scheint uns, daß gerade diese beiden wissenschaftlich höchststehenden Männer der älteren Zeit, Hundeshagen und Carl Heyer, zu den Normalvorratsmethoden geführt wurden und damit zu einer Trennung der Pflege räumlicher und zeitlicher Ordnung im Wald, wenn auch ihre mehr spekulative Art, die Aufgabe der Ertragsregelung zu lösen, im praktischen Betrieb auf Schwierigkeiten stieß. Im Gegensatz zur Wissenschaft wendete sich alles, was vorwiegend von der Praxis ausging, dem schematisierenden Fachwerke zu, das mit seiner greifbareren räumlichen Grundlage, der Fläche, leichter in der Praxis zu handhaben war und zu größerer Uebersichtlichkeit führte.

Und doch hatte die wissenschaftliche Spekulation den richtigen Weg eingeschlagen, wie nicht anders zu erwarten ist, da ihr Blick das Ganze zu umfassen vermag und nicht durch näherliegende Sorgen des praktischen Wirtschaftsbetriebs getrübt und abgelenkt wird, wie die von der Praxis ausgehende und ausschließlich auf ihr aufbauende Empirie. Nur hat erstere es nicht verstanden, ihren Weg für die Praxis gangbar zu machen, weil sie deren Bedürfnissen zu ferne stand.

Während die besprochenen Methoden, die sich geringer praktischer Bewertung erfreuen, sich einer Vermengung der Sorge für räumliche und zeitliche Ordnung grundsätzlich enthalten, sind es gerade die von jeher und heute noch im Wald herrschenden Methoden, die in mehr oder weniger ausgeprägter Form beide Ziele gemeinsam anstreben. Als Methoden der Betriebs- und Ertragsregelung sind zu bezeichnen: die Flächenteilungsmethoden, die Fachwerks- und in beschränktem Maße auch die Altersklassenmethoden.

Letztere Methoden, voran die „Sächsische Bestandeswirtschaft", suchen das räumliche Vorgehen durch Hiebszugsbildung soweit als möglich von der Ertragsregelung getrennt zu ordnen.

Die für die Wirtschaft nachteiligen Folgen der Verquickung von Ertragsregelung und räumlicher Ordnung treten insbesondere beim Flächenfachwerk und kombinierten Fachwerk scharf hervor. Vergl. darüber Wagner, Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde 2. A. S. 333—350.

II. Die Darstellung der wichtigsten Methode.

Im Nachfolgenden sollen nunmehr die wichtigsten Methoden der Ertragsregelung näher dargestellt werden und zwar:

1. Die Normalvorratsmethoden.
   a) Die österreichische Kameraltaxe.
   b) Die Methode von Hundeshagen.
   c) Die Methode von Karl.
   d) Die Heyersche Methode.
2. Die Schlageinteilung.
3. Die Fachwerksmethoden
   a) Das Massenfachwerk.
   b) Das Flächenfachwerk.
   c) Das kombinierte Fachwerk.
4. Die Altersklassenmethoden.

Die bekannteste der Altersklassenmethoden, Judeichs „Bestandeswirtschaft" wird dann weiterhin dem 2. Teile, der sich mit der Aufstellung des Betriebsplans beschäftigt, zugrunde gelegt werden.

1. Die Normalvorratsmethoden.

Diese entwickeln den Hiebssatz der Abtriebsnutzungen aus dem Verhältnis zwischen Vorrat und Zuwachs. Einen Wirtschaftsplan brauchen sie nicht für diese Ermittlung. Ihr nächstes Ziel ist die Herstellung der Gleichheit des wirklichen mit dem normalem Vorrat in einer Betriebsklasse.

a) Die österreichische Kameraltaxe.

§ 47. Diese älteste der Normalvorratsmethoden[1]) berechnet den jährlichen Hiebssatz der Abtriebsnutzungen (e) als Summe aus dem jährlichen Gesamtzuwachs (Z) und dem Quotienten aus der Umtriebszeit in die positive oder negative Differenz zwischen dem wirklichen und dem normalen Vorrate. Die Bildung von Betriebsklassen ist Vorraussetzung. Die Ertragsformel lautet: $e = Z + \frac{V_w - V_n}{u}$.

Das Streben der Kameraltaxe ist also dahin gerichtet, die Gleichstellung des wirklichen und normalen Vorrates während der nächsten Umtriebszeit durch Mehrnutzung bei Vorratsüberschuß, durch Ersparung bei Vorratsmangel zu bewirken.

Der Zuwachs wird als wirklicher Haubarkeits-Durchschnittszuwachs in Rechnung gestellt.

Der Normalvorrat (Fundus instructus) wird mit Hilfe des wirklichen Haubarkeits-Durchschnittszuwachses nach der Formel $\frac{u \cdot Z}{2}$ berechnet (§ 27 unter b).

Der wirkliche Vorrat wird für jeden einzelnen Bestand nicht so angesetzt, wie er sich tatsächlich im Walde findet, sondern als Produkt aus seiner Fläche, seinem Alter und seinem Haubarkeits-Durchschnittszuwachs. Die Summe sämtlicher so berechneten Vorräte aller Einzelbestände ist V_w.

Beispiel. Für den 169,84 ha Holzboden umfassenden Wald, der in § 98 näher beschrieben ist, nehmen wir einen 90 jährigen Umtrieb an. Der Haubarkeits-Durchschnittszu-

---

1) Die Kameraltaxe verdankt ihre Entstehung einem „Normale" der k. k. Hofkammer zu Wien vom 12. Juli 1788, das zunächst allerdings nur Vorschriften für „Waldabschätzungen" (Wertsberechnungen) aus dem nachhaltigen Ertrage erteilte, dessen Bestimmungen dann aber später auch bei der Ertragsregelung Anwendung gefunden haben. In der forstlichen Literatur wurde die Methode erst später durch den älteren André (dessen Artikel in der Zeitschrift „Oekonomische Neuigkeiten" seit 1811, sowie dessen Buch „Versuch einer zeitgemäßen Forstorganisation" 1823) bekannt. Weitere Angaben über die Geschichte der Kameraltaxe finden sich in dem Aufsatz: „Zum 100 jährigen Jubiläum der Oesterreichischen Kameraltaxe". Oesterr. Viertelj. für Forstwesen 1888, sowie im Lehrbuch der Forsteinrichtung von Judeich 6. Aufl. S. 322, wo weitere Literatur angegeben ist, und Thar. Jahrb. Bd. 19 S. 78 ff.

wachs betrage für die Bestände der 1. Bestandsbonität 1,73 fm, für die der 2. Bonität 4,48 fm, für die der 3. Bonität 6,89 fm, für die der 4. Bonität 9,08 fm.

Setzen wir nun für die Berechnung von Z und V_n voraus, daß die beiden Blößen 1b zur 2. und 10c zur 3. Bonität zu rechnen seien, weil ihr Standort dahin gehört, so wird

$$Z = 13,28 \,.\, 1,73 + 53,92 \,.\, 4,48 + 68,88 \,.\, 6,89 + 33,76 \,.\, 9,08 = 1045,65.$$

$$V_n = \frac{90 \,.\, 1045,65}{2} = 47054.$$

Der wirkliche Vorrat kann nur als Summe der Vorräte der einzelnen Bestände berechnet werden.

z. B. für die Abteilung 1 und 2.

1a	2,72 . 5 . 4,48	=	60,93
b	(Blöße) . . .		—
c	6,40 . 90 . 4,48	=	2580,48
	Abt. 1	=	2641,41.
2a	7,20 . 90 . 4,48	=	2903,04
b	8,32 . 25 . 6,89	=	1433,12
c	4,00 . 50 . 4,48	=	896,00
	Abt. 2	=	5232,16 usw.

In Summe stellt sich hiernach V_w auf 48581 fm.

$$e = 1046 + \frac{48581 - 47054}{90} = 1063 \text{ fm.}$$

Wollte man V_n nicht nach den gegenwärtigen Bestandsbonitäten, sondern nach den jetzigen Standortsbonitäten berechnen, so würde

$$Z = 38,08 \,.\, 4,48 + 64,9 \,.\, 6,89 + 66,86 \,.\, 9,08 = 1224,85 \text{ und } V_n = \frac{90 \,.\, 1224,85}{2} = 55118.$$

$$e = 1046 + \frac{48581 - 55118}{90} = 973 \text{ fm.}$$

Wir halten das erstere Verfahren für das im Sinne der Kameraltaxe gelegene.

Da der wirkliche Zuwachs und deshalb auch V_n veränderliche Größen sind, weil infolge des Abtriebes eine Verbesserung, infolge von Elementarereignissen eine Verschlechterung des Zuwachses eintreten kann, so wird diese Ertragsformel zur Ausgleichung der Vorratsdifferenz durchaus nicht gerade während der nächsten Umtriebszeit führen. Sie tut dies rechnungsmäßig nur dann, wenn man annimmt, daß Z eine konstante Größe sei. Außerdem müßte nicht bloß V_w, sondern auch der wirklich verschlagene Hiebssatz so in Rechnung gestellt werden, als ob die Hiebsorte wirklich einen Ertrag gewährt hätten, der gleich sei dem Produkt aus Alter, Fläche und Haubarkeits-Durchschnittszuwachs des angenommenen Umtriebes. Daß aber alle Abtriebe von Beständen, die jünger oder älter als u sind, andere Erträge gewähren, versteht sich von selbst.

Die Kameraltaxe stellt von sich aus einen Wirtschaftsplan nicht auf, was ja auch nicht ihre Aufgabe ist; sie kann daher auch eine Verbesserung des vorhandenen Waldzustandes, oder eine Annäherung desselben an den Normalzustand in räumlicher Beziehung nicht bewirken. Wollte man die Methode in räumlicher Hinsicht dadurch im Sinne der heute herrschenden Auffassung „ergänzen", daß man durch eine rationelle Waldeinteilung wenigstens den Gang des Hiebes ordnet, also eine normale Verteilung der Altersklassen anbahnt, so könnte dies allerdings geschehen [1]), allein die Unvollkommenheit der Anwendung des Haubarkeits-Durchschnittszuwachses mit ihren irrigen Konsequenzen bleibt bestehen.

Daß diese Methode mit ihrem „Fundus instructus" bei fideikommissarischen Abschätzungen zu bedenklichen Konsequenzen führen kann, ist anerkannt worden [2]).

Durch Einführung mindestens alle 10 Jahre wiederkehrender Revisionen ließen

1) In solchem Sinne verfährt die „Instruktion für die Begrenzung, Vermarkung, Vermessung und Betriebseinrichtung der österreichischen Staats- und Fondsforste" v. J. 1878. Zu vergl. § 116.

2) Zu vergl. Judeich, „Forsteinrichtung". 6. Aufl. 1904, S. 365.

sich die Fehler der Methode wohl wesentlich mildern, aber nicht ganz beseitigen. Die Kameraltaxe selbst kennt jedoch solche Revisionen nicht.

Der Wert der ganzen Methode ist, wie aus Vorstehendem hervorgeht, nur ein historischer. Dieser ist ihr aber vollständig zuzusprechen, denn mehr oder weniger hat sie allen später entwickelten Normalvorratsmethoden als Grundlage gedient.

Anmerkung. An die Kameraltaxe schloß sich Huber an, der den Hiebssatz gleich setzt dem wirklichen Zuwachs, vermehrt oder vermindert um einen aliquoten Teil der positiven oder negativen Differenz $V_w - V_n$, die er stets im Laufe einer Umtriebszeit in fallender Reihe beseitigt haben will. Er veranschlagt jedoch V_w und V_n nicht nach dem Haubarkeits-Durchschnittszuwachs, sondern nach deren wirklichen Massen und rechnet auch den Zuwachs nicht als durchschnittlichen, sondern als laufenden [1]). Hubers Verfahren bildet sonach eine Uebergangsform zu den Methoden von Hundeshagen und Karl.

b) Die Methode von Hundeshagen.

§ 48. Hundeshagen [2]) berechnet den jährlichen Hiebssatz der Abtriebsnutzungen (e_w) einer Betriebsklasse aus dem wirklichen Vorrat (V_w) nach demselben Verhältnis, in dem der normale Vorrat (V_n) zum normalen Hiebssatz (e_n) steht. Letzterer ist (§ 35) gleich dem normalen Zuwachs oder auch gleich dem Inhalte des ältesten Jahresschlages im Normalwalde.

Die Proportion $V_n : e_n = V_w : e_w$ oder $e_w : e_n = V_w : V_n$ ergibt $e_w = V_w \cdot \frac{e_n}{V_n}$.

Den Faktor $\frac{e_n}{V_n}$ nannte Hundeshagen (nicht ganz zutreffend) das Nutzungsprozent.

Der Normalvorrat wird nicht nach dem Haubarkeits-Durchschnittszuwachs berechnet, sondern als Summe der Massen aller Altersstufen einer normal gedachten Betriebsklasse, es wird also einfach eine entsprechende Ertragstafel bis zum u ten Jahre summiert. Der normale Hiebssatz ist gleich dem ujährigen Gliede derselben Tafel. Der wirkliche Vorrat ist gleich den im Walde wirklich vorhandenen Massen.

Dem Hiebssatze der Abtriebsnutzungen wird der der Zwischennutzungen gesondert zugerechnet.

Als Vorzug seines Verfahrens zur Berechnung des Hiebssatzes betrachtet es Hundeshagen, daß jede Verquickung mit dem Fällungsplan vermieden wird. Ein solcher kann unabhängig von der Methode für längere oder kürzere Zeit aufgestellt werden. Er läßt darum auch der „Forstabschätzung" (Ertragsbestimmung) eine „Wirtschafts- oder Forst-Einrichtung" vorausgehen, die auch die Reihenfolge der Schläge ordnet; diese Arbeiten sind aber nicht Aufgabe des „Taxators" (Forsteinrichters in unserem Sinne), sondern des „Forstwirtschafters". Durch dieselben wird die Größe des Hiebssatzes nicht beeinflußt.

Für einen aus mehreren Betriebsklassen bestehenden Wald kann man das Nutzungsprozent „in eins kombinieren". Ferner schlägt Hundeshagen selbst noch ein abgekürztes Verfahren vor, bei dem für die Berechnung von V_w und V_n nur die Vorräte der Bestände zu erheben sind, deren Alter nicht weniger als die Hälfte der normalen Umtriebszeit beträgt; es wird auf diese Weise ein „partielles Nutzungsprozent" ermittelt.

---

1) „Zeitschrift für das Forst- und Jagdwesen" von Meyer und Behlen. 1824 und 1825. Ferner A. F.- u. J.-Z. 1832 und 1833.

2) Hundeshagen, „Enzyklopädie der Forstwissenschaft". 2. Abteilung, forstliche Gewerbslehre 1821. — 4. Aufl., herausgeg. von Klauprecht 1843. — Derselbe, „Die Forstabschätzung auf neuen wissenschaftlichen Grundlagen. 1826. — 2. Aufl., herausgeg. von Klauprecht 1848.

Beispiel. Für den 169,84 ha großen Wald, dessen Zustand in § 98 näher angegeben ist, und der im 90jährigen Umtriebe zu bewirtschaften ist, gelten die § 5 mitgeteilten Ertragstafeln.

Bei Berechnung von V_n und e_n ist zu beachten, daß wir es mit drei Standortsbonitäten zu tun haben. Es ist also für jede derselben V_n und e_n besonders zu berechnen, um schließlich aus den Summen derselben das Nutzungsprozent zu finden.

Die Berechnung von V_n erfolgt nach Anweisung des § 27a für den Sommerstand, und zwar für den 90 jährigen Umtrieb.

2. Bonität für 90 ha $V_n = 10(12 + 35 + 73 + 128 + 195 + 263 + 323 + 367 + 202) = 15980$,
für 1 ha 177,6.

3. Bonität für 90 ha $V_n = 10(18 + 54 + 113 + 193 + 297 + 394 + 482 + 559 + 310) = 24200$,
für 1 ha 268,9.

4. Bonität für 90 ha $V_n = 10(30 + 83 + 172 + 281 + 405 + 549 + 663 + 750 + 408) = 33410$,
für 1 ha 371,2.

V_n des Waldes daher $177,6 \,.\, 38,08 + 268,9 \,.\, 64,9 + 371,2 \,.\, 66,86 = 49033$ fm,

$$e_n = \frac{403}{90} \,.\, 38,08 + \frac{620}{90} \,.\, 64,9 + \frac{817}{90} \,.\, 66,86 = 1224,54.$$

$$\text{Nutzungsprozent } \frac{e_n}{V_n} = \frac{1224,54}{49033} = 0,025.$$

Die Berechnung von V_w erfolgt durch Ermittelung sämtlicher wirklich vorhandener Vorratsmassen der einzelnen Bestände, z. B.

1. a.	2,72 . 3 =	8,16
b.	Blöße =	0.
c.	6,40 . 450 =	2880,00
Abt. 1.	=	2888,16 fm.
2. a.	7,20 . 450 =	3240,00
b.	8,32 . 84 =	698,88
c.	4,00 . 200 =	800,00
Abt. 2.		4738,88 fm usw.

Die Summe des Vorrates sämtlicher Bestände V_w stellt sich hiernach abgerundet auf 45500 fm.

$$e_w = 45500 \,.\, 0,025 = 1137 \text{ fm}.$$

Dieser im Vergleiche zu dem § 100 nachgewiesenen Hiebssatze von 780 fm sehr hohe Betrag erklärt sich wesentlich dadurch, daß nach unserem Verfahren möglichst sparsam gewirtschaftet werden mußte, um nach dem Abtriebe der jetzt vorhandenen Althölzer mit dem Hiebe nicht allzuviel unreife oder kaum hiebsreife Orte treffen zu müssen; — eine Rücksicht, welche Hundeshagens Verfahren nicht kennt, da nur ein solcher Wirtschaftsplan vorher aufgestellt wurde, der einflußlos auf die Größe des Hiebssatzes bleibt.

Die Berechnung der Größen V_n und V_w ist bei der Hundeshagenschen Methode zwar richtiger, der Wirklichkeit entsprechender, als bei der Kameraltaxe, allein die Voraussetzung, daß sich der wirkliche Vorrat zum wirklichen Hiebssatze verhalte, wie der normale Vorrat zum normalen Hiebssatz, ist nicht ganz richtig. Die Formel $V_w \,.\, \frac{e_n}{V_n}$ ist unrichtig, da ihr eine innere Begründung fehlt und übrigens auch eine volle Ausgleichung der Vorräte durch deren Anwendung nie erfolgt. Streng genommen gilt der ermittelte Hiebssatz nur für ein Jahr, da zwar das Nutzungsprozent konstant bleibt, V_w sich aber von Jahr zu Jahr ändert. Ueber den Ausgleichungszeitraum gibt das Verfahren gar keinen Aufschluß. Auf die zeitlichen und örtlichen Absatzverhältnisse, auf die Bedürfnisse des Waldbesitzers nimmt das Verfahren keine Rücksicht, ebensowenig auf die so wichtige Gestaltung des Altersklassenverhältnisses. Bei Vorratsüberschuß können alte, zuwachsarme Vorräte lange fortgeschleppt, bei Vorratsmangel ganz unreife Orte abgetrieben werden. Namentlich vom finanzwirtschaftlichen Standpunkte aus betrachtet ist diese Methode daher wertlos, sie trägt lediglich dem Nachhaltprinzip Rechnung. Unter Voraussetzung 5- oder wenigstens 10 jähriger Revisionen kann der mit ihrer Hilfe ermittelte Hiebssatz als Regulator des durch

die Bestandswirtschaft berechneten Hiebssatzes für die allgemeinen Erwägungen mit in Frage kommen.

Anmerkung 1. Als eigentlicher Begründer dieser Methode ist übrigens Paulsen[1]) zu betrachten, indem er Ertragstafeln konstruierte und das Verhältnis des (laufenden) Zuwachses zu dem Ertrage des Forstgrundes im vollkommenen Zustande entwickelte. Diese Tafeln enthalten aber nicht bloß die Abtriebs-, sondern auch die Zwischennutzungen. Die Summierung einer Ertragstafel gibt den Normalvorrat, mit diesem wird in die Summe aus dem Inhalte des u jährigen Schlages und sämtlicher bis dahin eingehenden Zwischennutzungen dividiert; das Produkt aus dem so erhaltenen Quotienten mit dem wirklichen Vorrat eines der Bonität der Ertragstafel entsprechenden Waldes ist gleich dem jährlich möglichen Ertrag an Abtriebs- und Zwischennutzungen. Letztere zieht Hundeshagen sehr richtig nicht mit in seine Rechnung, sondern veranschlagt dieselben gesondert.

Nach seiner eigenen Erklärung[2]) hat übrigens Hundeshagen das „rationelle Verfahren", wie er selbst die von ihm begründete Methode der Ertragsbestimmung nennt, ohne Kenntnis der Arbeit Paulsens, die ihm erst 1830 zufällig zu Gesicht gekommen sei, also ganz selbständig entwickelt.

Anmerkung 2. Auf Grundlage des Hundeshagenschen Verfahrens hat Breymann[3]) eine andere Ertragsformel aufgestellt. Wenn man V_w und V_n mit Hilfe des Haubarkeits-Durchschnittszuwachses berechnet und diese Werte in die Hundeshagensche Formel einsetzt, so kann man die Formel Breymanns entwickeln, der schließt, daß sich der gegenwärtige Hiebssatz (e_w) einer Betriebsklasse zu ihrem gegenwärtigen Durchschnittsalter (m) verhalte, wie der normale Hiebssatz (e_n) zum normalen Durchschnittsalter. Die Proportion lautet hiernach

$$e_w : m = e_n : \frac{u}{2}, \text{ hieraus}$$

$$e_w = e_n \cdot \frac{2m}{u}.$$

Irgend eine praktische Bedeutung hat diese Rechnung nicht, weshalb wir auf deren nähere Entwickelung verzichten.

Neuerdings hat Stötzer (A. F. u. J.-Z. 1902 S. 293 und Lehrbuch der Forsteinrichtung 2. A. S. 246 und 261) die Breymannsche Formel zur Aufstellung des sog. „Altersklassenfaktors" benützt, der beim kombinierten Fachwerk zu einer rein mechanischen Kontrolle des Flächensatzes für den nächsten Nutzungszeitraum an der Hand des Altersklassenverhältnisses dienen soll.

c) Die Methode von Karl.

§ 49. Im Jahre 1838 veröffentlichte Karl eine wohl durch die österreichische Kameraltaxe angeregte Betriebs-Regulierungsmethode[4]). Er setzt den jährlichen Hiebssatz der Abtriebsnutzungen gleich dem laufenden wirklichen Jahreszuwachs der Betriebsklasse, vermehrt um die durch eine Ausgleichungszeit a geteilte positive oder negative Differenz zwischen dem wirklichen und dem Normalvorrat. Letzterer wird mit Hilfe einer Ertragstafel, der wirkliche Vorrat durch Erhebung der tatsächlich vorhandenen Masse berechnet. Für das erste Jahr der Nutzungszeit würde sonach der Hiebssatz $= Z_w + \frac{V_w - V_n}{a}$.

Dieselbe Formel würde genau nur dann Geltung auch für alle anderen Jahre der Ausgleichungszeit haben, wenn man Z_w jährlich neu ermittelte, da sich dieser

---

1) „Kurze praktische Anweisung zum Forstwesen oder Grundsätze über die vorteilhafteste Einrichtung der Forsthaushaltung und über Ausmittelung des Werts vom Forstgrunde besonders auf die Grafschaft Lippe angewendet, verfasset von einem Forstmanne, und herausgegeben von G. F. Führer, Fürstl. Lippischen Cammerrath, nebst einer Vorrede vom Königl. Churfürstl. Herrn Oberförster Kuntze zu Erzen". 1795. — 2. Aufl. 1797.

2) Hundeshagen, „Forstliche Berichte und Miszellen". 1. Heft 1830, S. 161.

3) Zuerst mitgeteilt in d. Oe. V. IV. Band, 4. Heft 1854; dann in Breymann, „Anleitung zur Waldwertberechnung, sowie zur Berechnung des Holzzuwachses und nachhaltigen Ertrages der Wälder" 1855; ferner in Breymann, „Anleitung zur Holzmeßkunst, Waldertragsbestimmung und Waldwertberechnung". 1868.

4) H. Karl, „Grundzüge einer wissenschaftlich begründeten Forstbetriebs-Regulierungsmethode" usw. 1838.

fortwährend ändert. Um dieser Veränderung, d. h. der allmählichen Annäherung von Z_w an den normalen Zuwachs, Rechnung zu tragen, ohne jährlich eine neue Berechnung vornehmen zu müssen, wird der Formel noch ein drittes Glied zugefügt, nämlich das Produkt aus dem Quotienten des Ausgleichungszeitraumes in die Zuwachsdifferenz mit der seit der Schätzung verflossenen Anzahl der Jahre, also $\frac{Z_w - Z_n}{a} \cdot n$. Im ersten Jahre wäre $n = 0$, mithin der ganze Ausdruck $= 0$. Infolge des Wachsens von n würde eigentlich in jedem Jahre ein anderer Hiebssatz erfolgen müssen, der Einfachheit wegen schlägt Karl jedoch die Bildung 10jähriger Perioden vor und setzt $n = 5$, nämlich gleich der Mitte der Periode, für die der Hiebssatz gleich groß sein soll. Nach Ablauf der Periode findet eine neue Berechnung statt.

Wenn $V_w > V_n$, ist der Massendifferenz das Zeichen + zu geben, ist $V_w < V_n$ das Zeichen —[1]). Das dritte Glied der Formel erhält stets das entgegengesetzte Vorzeichen der Massendifferenz. Die Karlsche Formel lautet demnach

$$e = Z_w \pm \frac{V_w - V_n}{a} \mp \left(\frac{Z_w - Z_n}{a}\right) n.$$

Der Ertrag der Durchforstungen wird summarisch besonders ermittelt und dem Hiebssatze zugeschlagen.

Weiterhin soll ein nur ganz allgemein gehaltener Wirtschaftsplan aufgestellt werden, um den Wirtschafter nicht allzusehr zu beengen. Auch deshalb empfiehlt Karl 10jährige Revisionen. Der Wirtschaftsplan bleibt ohne Einfluß auf den Hiebssatz oder übt einen solchen vielleicht nur dadurch aus, daß er den Ausgleichungszeitraum bestimmen hilft. Karl selbst spricht sich über die Wahl dieses Zeitraumes nicht genauer aus.

Gemeinsam mit der Kameraltaxe stützt sich Karls Formel auf die einfache Wahrheit, daß bei Vorratsüberschuß etwas mehr, bei Vorratsmangel etwas weniger geschlagen werden müsse, als der wirkliche Zuwachs des Waldes beträgt, um die Vorratsdifferenz auszugleichen. Vor der Kameraltaxe gebührt ihr aber der Vorzug, daß ihre Faktoren mit Hilfe des laufenden Zuwachses berechnet werden, ferner daß an Stelle des Umtriebes ein nach den gerade vorliegenden Verhältnissen zu wählender Ausgleichungszeitraum tritt.

Unzweifelhaft unrichtig ist aber das dritte Glied der Formel, welches stets das entgegengesetzte Vorzeichen des zweiten Gliedes erhalten soll. Karl setzt hiernach voraus, daß eine Vermehrung oder Verminderung des wirklichen Vorrates auch eine Vermehrung oder Verminderung des wirklichen Zuwachses zur Folge haben müsse. Er übersieht also, daß auch das Umgekehrte eintreten kann. Dieser Irrtum beruht auf der Anschauung, daß das Materialkapital eines Waldes einem Geldkapitale gleiche, welches um so mehr Zinsen trägt, je größer es ist. Das dritte Glied der Formel ist also unrichtig, aber auch überflüssig, sobald alle 10 Jahre wirklich Revisionen abgehalten werden. Die während der Ausgleichungszeit erfolgenden Verbesserungen des Zuwachses sind Folge stattgehabter Abtriebe zuwachsarmer Orte, guter Kulturen und Maßregeln der Bestandspflege, lassen sich also rechnungsmäßig gar nicht vorausbestimmen. Dagegen läßt sich selbst für den Finanzrechner die Formel mit Hinweglassung des letzten Gliedes als berücksichtigungswerter, jedoch nicht maßgebender Regulator des aus der Bestandswirtschaft entwickelten Hiebssatzes gebrauchen.

Beispiel. Nehmen wir an, daß für unser § 98 gegebenes Beispiel die Bestände den aus den Tafeln (§ 5) zu berechnenden laufenden Zuwachs hätten, welchen wir gleich dem periodischen Durchschnittszuwachs setzen, so berechnet sich die Größe Z_w wie folgt:

---

1) Die $\pm$ Zeichen der Formel sind math. falsch, da die Differenz für $V_w < V_n$ ganz von selbst negativ wird.

1a.	2,72 . 1,2 = 3,26	
b.	Blöße —	
c.	6,40 . 3,4 = 21,76	
	Abt. 1.	25,02 fm.
2a.	7,20 . 3,4 = 24,48	
b.	8,32 . 5,9 = 49,09	
c.	4,00 . 6,8 = 27,20	
	Abt. 2.	100,77 fm usw.

Die Summe Z_w stellt sich nach dieser Rechnung für sämtliche Abteilungen auf 942 fm.

Nach den beiden ersten Formelgliedern, da V_w und V_n wie bei der Hundeshagenschen Methode angesetzt werden können, stellt sich der Hiebssatz an Abtriebsnutzungen, wenn man einen 50 jährigen Ausgleichungszeitraum wählt, auf $942 + \frac{45\,500 - 49\,033}{50} = 871$ fm.

Anmerkung. Die hier angewendete Rechnung nach den einzelnen Bonitäten ist für Karls Methode natürlich nicht ausgeschlossen, allein Karl selbst schlägt einen etwas anderen Weg vor. Für jede Holz- und Betriebsart soll nur eine Ertragstafel, u. z. nur für die beste Standortsklasse angenommen werden. Diese wird gleich 1 gesetzt, und werden bei der Bonitierung die geringeren Güteklassen sowohl des Standortes als auch des Bestandes in Dezimalen ausgedrückt. Die Standorts-Bonität nennt Karl „Ertragsfähigkeit", die Bonität des Bestandes „Ertragsvermögen". Wäre z. B. erstere 0,8, letzteres 0,7 für einen 10 ha großen, 50 Jahre alten Fichtenbestand, und die betreffende Normalertragstafel wiese für dieses Alter 400 fm nach, so würde seine jetzige Masse 10 . 0,8 . 0,7 . 400 = 2240 fm betragen.

d) Die Heyersche Methode.

§ 50. Mit Hilfe eines speziellen Hauungsplanes verteilt Heyer die Bestände einer Betriebsklasse auf die Perioden einer ganzen Umtriebs- oder Einrichtungszeit unter Beachtung der Herstellung einer geordneten Hiebsfolge derartig, daß die einzelnen Perioden mit annähernd gleichen Flächen ausgestattet werden. Diese Verteilung erfolgt zum Zwecke der Ermittelung des wirklichen Vorrates und Zuwachses (!). Der jährliche Hiebssatz an Abtriebsnutzungen wird wie bei den andern Normalvorratsmethoden aus dem Verhältnis zwischen Vorrat und Zuwachs berechnet [1]).

Das nächste Ziel des Verfahrens ist zwar in der Regel die Herstellung des Normalvorrates, allein es kann auch ein bedeutender Zuwachsmangel am alten Vorrate zur schnelleren Herstellung des Normalzuwachses einen rascheren Gang der Verjüngung erfordern, selbst wenn dadurch die Herstellung des Normalvorrates verzögert oder dieser, wenn er zufällig vorhanden wäre, gestört wird.

Heyer geht von folgenden Hauptgesichtspunkten aus:

Ist eine Betriebsklasse im Normalzustande, dann läßt sich der dem jährlichen Haubarkeits-Durchschnittszuwachse gleiche, normale Hiebssatz so lange fortnutzen, als keine der drei Grundbedingungen des Normalzustandes gestört wird.

Sind Normalvorrat und normaler Zuwachs vorhanden, aber das Altersklassenverhältnis abnorm, so stellt sich die Normalität des letzteren von selbst her, wenn man den normalen Zuwachs jährlich oder periodisch nutzt und zugleich für Verjüngung der abgetriebenen Bestände sorgt.

Ist der wirkliche Zuwachs kleiner als der normale (äußerst selten kann der umgekehrte Fall vorkommen), so kann auch bei Normalität des Vorrates nur der wirkliche, nicht der normale Zuwachs genutzt werden.

Bei Abnormität des Vorrates ist dieser dadurch auf den normalen Stand zu bringen, daß man entweder spart, wenn er zu klein, oder mehr nutzt als den wirklichen Zuwachs, wenn er zu groß ist.

Der Ausgleichungszeitraum, d. h. der Zeitraum, binnen dem ein abnormer Vor-

1) Carl Heyer, „Die Waldertrags-Regelung". 1841. — 2. und 3. Aufl. herausgegeben von Gustav Heyer. 1862 und 1883.

rat auf seinen normalen Stand gebracht werden soll, läßt sich nur unter Berücksichtigung der gerade vorliegenden Waldverhältnisse bestimmen. er entwickelt sich aus einem allgemeinen Wirtschaftsplane, der den Anforderungen des Waldbesitzers möglichst Rechnung trägt; er muß, wenn $V_w < V_n$ mindestens so groß sein, daß die Summe des gesamten wirklichen Zuwachses während der Ausgleichungszeit gleich der Differenz zwischen V_w und V_n ist; in diesem Falle würde der jährliche Hiebssatz gleich Null.

Bezeichnen wir den Ausgleichungszeitraum mit a, so lautet die Formel des Hiebssatzes

$$e = \frac{V_w + Z_w \cdot a - V_n}{a}.$$

Sämtliche Größen sind wie bei der Kameraltaxe mit Hilfe des Haubarkeits-Durchschnittszuwachses zu berechnen. Es wird also der jetzt jüngere Bestand nur als eine Anweisung auf seinen einstigen Haubarkeitsertrag betrachtet.

Der wirkliche Haubarkeits-Durchschnittszuwachs Z_w ist eine veränderliche Größe. Bei allmählicher Verbesserung desselben wird die Anwendung der obigen Formel des Hiebssatzes einen Vorratsmangel etwas früher, einen Vorratsüberschuß etwas später ausgleichen, als der gewählte Ausgleichungszeitraum besagt. Dieser Veränderlichkeit von Z_w läßt sich dadurch Rechnung tragen, daß man Z_w nicht lediglich nach seinem augenblicklichen Zustande berechnet, sondern unter $Z_w \cdot a$ die Summe jenes während des Zeitraumes a erfolgenden Zuwachses versteht, welcher sich unter Beachtung aller Veränderungen desselben während der a Jahre ergibt. Bezeichnen wir diese Summe mit Z_{ws}, so lautet die Formel des Hiebssatzes

$$e = \frac{V_w + Z_{ws} - V_n}{a}.$$

V_n wird durch die Formel $\frac{u \cdot Z}{2}$ gefunden, in welcher Z den normalen Haubarkeits-Durchschnittszuwachs der Betriebsklasse bedeutet [1]).

Z_w läßt sich nun aber richtig durchaus nicht anders bestimmen, als durch Aufstellung eines speziellen Hauungsplanes für den ganzen Umtrieb oder Einrichtungszeitraum, denn diese Größe hängt für jeden einzelnen Bestand von dem Alter ab, in dem derselbe wirklich zum Abtriebe gelangt, aber nicht von dem für die ganze Betriebsklasse angenommenen Umtriebe.

Hierdurch erwächst die Notwendigkeit der Aufstellung eines solchen Hauungsplanes, wenn man sich nicht mit einer mit Hilfe des Umtriebes berechneten, durchschnittlichen Größe für Z_w begnügen will, wie es die Kameraltaxe tut. Dadurch würde aber das Resultat der Rechnung unrichtig.

Das zeigt uns hier schon eine Verquickung der Ertragsregelung mit dem Plane für die räumliche Ordnung, die nicht im Prinzip der Normalvorratsmethoden liegt, und von der sich alle andern, ganz ausdrücklich aber Hundeshagen, freigehalten haben. Man könnte die Heyersche Methode demnach auch, da ihr „Hauptwirtschaftsplan" nichts anderes ist als ein Fachwerksplan, bezeichnen als eine Verbindung des Fachwerkes mit einer Vorratsmethode. Nach Hundeshagen, nach der Kameraltaxe kann man einen Hiebssatz ohne jeden Hauungsplan berechnen, wenn man dies auch nicht tun muß, nach Heyer kann man es aber überhaupt nicht. Wir haben deshalb auch das Verfahren nicht als das Carl Heyers bezeichnet, obgleich es dieser begründet hat, sondern als das Heyers, weil gerade in der hier besprochenen Richtung eine vollständige Klarstellung erst durch Gustav Heyer gebracht worden ist.

Das Verfahren bei der Berechnung des Hiebssatzes der Abtriebsnutzungen ist folgendes.

---

1) G. Heyer weist übrigens auf die gegen diese Rechnung geltend zu machenden Bedenken hin und regt die Frage an, ob man zur Berechnung von V_n nicht lieber ebenso Z_w anwenden solle, wie für die Berechnung von V_w. — „Waldertrags-Regelung". 3. Aufl. S. 217.

Nach der Standortsbonität erfolgt für den gewählten Umtrieb, meist wohl den des höchsten Massenertrages (§ 11), die Berechnung des normalen Haubarkeits-Durchschnittszuwachses und aus diesem nach der Formel $\frac{u \cdot Z}{2}$ die des Normalvorrates.

Zur Berechnung des wirklichen Haubarkeits-Durchschnittszuwachses und des wirklichen Vorrates werden sämtliche Bestände nach Art des Flächenfachwerks an die verschiedenen Perioden des Umtriebes verteilt. Unter Umständen auch für die erste, beziehentlich zweite Periode des zweiten Umtriebes. Nur auf diese Weise läßt sich das wahrscheinliche Abtriebsalter jedes einzelnen Bestandes und mit Hilfe desselben sein wirklicher Durchschnittszuwachs berechnen. Die Bestimmung des Abtriebsalters erfolgt so, daß man annimmt, jeder Bestand werde in der Mitte seiner Periode abgetrieben.

Z_{ws} wird gefunden, indem man den jährlichen Durchschnittszuwachs jedes einzelnen Bestandes, der während des Ausgleichungszeitraumes nicht zum Abtriebe gelangt, mit der Anzahl der Jahre dieses Zeitraumes multipliziert. Für jene Bestände, die während des Ausgleichungszeitraumes genutzt werden, ist eine doppelte Rechnung nötig. Einmal wird ihr jährlicher Durchschnittszuwachs mit Hilfe des wirklichen Abtriebsalters bis auf die Mitte ihrer Periode berechnet, dann aber für den neubegründeten Bestand mit Hilfe des Umtriebes, das heißt mit Hilfe des normalen Abtriebsalters, um die Flächenverteilung nicht auch für den zweiten Umtrieb ausführen zu müssen. Der für den Ausgleichungszeitraum zu berechnende Zuwachs setzt sich für diese Bestandsflächen aus zwei Größen zusammen. Die Summe der Zuwachsgrößen sämtlicher Bestandsflächen ist $= Z_{ws}$.

Der wirkliche Vorrat V_w wird in der Weise gefunden, daß man den wirklichen Haubarkeits-Durchschnittszuwachs jedes zur Zeit der Aufstellung des Planes vorhandenen Bestandes mit dessen gegenwärtigem Alter multipliziert.

Die so gefundenen Elemente ermöglichen die Berechnung des jährlichen, sowie die des für den ganzen Ausgleichungszeitraum geltenden summarischen Hiebssatzes. Bezeichnen wir letzteren mit E_s, so ist

$$E_s = V_w + Z_{ws} - V_n.$$

Umfaßt der Ausgleichungszeitraum beispielsweise 2 (gleiche) Perioden, so ist der periodische Hiebssatz $\frac{E_s}{2}$.

Hierauf erfolgt nach dem vorläufigen Verteilungsplane der Flächen der Ansatz der Massen für den Ausgleichungszeitraum oder für jede einzelne Periode desselben.

Der so berechnete Hiebssatz wird wohl sehr selten gleich dem mit Hilfe der Formel gefundenen, sondern meist größer oder kleiner sein. Um diese Gleichheit wenigstens annähernd zu erreichen, muß die zuerst vorgenommene Verteilung der Bestandsflächen geändert, das heißt es müssen Verschiebungen aus der einen Periode in die andere vorgenommen werden.

Durch diese Verschiebungen ändern sich aber wieder die Größen des wirklichen Vorrates und des während der Ausgleichungszeit zu erwartenden wirklichen Zuwachses. Der summarische Hiebssatz E_s ist daher neu zu berechnen. Findet dann noch keine genügende Uebereinstimmung zwischen E_s und dem aus der zweiten Verteilung der Bestände sich ergebenden Satze statt, so muß diese durch abermalige Verschiebungen tunlichst hergestellt werden.

Bei der Verteilung der einzelnen Bestände ist darauf zu achten, daß dieselben bereits während der ersten Umtriebszeit möglichst im Alter ihrer vorteilhaftesten Haubarkeit genutzt werden, daß aber auch die periodischen Schlagflächen nicht zu

sehr von den normalen abweichen, weil sich sonst in der zweiten Umtriebszeit Zuwachsverluste ergeben würden. Außerdem wäre noch, um dem jährlichen Nachhaltsbetriebe einigermaßen Rechnung zu tragen, eine gewisse Gleichmäßigkeit der periodischen Hiebssätze herzustellen, doch steht diese Forderung in zweiter Linie [1]).

Beispiel. Der Kürze wegen sei das zur Erläuterung des Massenfachwerkes (§ 52) gegebene Beispiel mit dem Unterschiede gewählt, daß wir für die beiden Bestände a und b die 3. bis 4. Standortsbonität mit einem dem 80jährigen Umtriebe entsprechenden Haubarkeits-Durchschnittszuwachse von 8 fm annehmen, während c der 3. Standortsbonität angehört. Die drei Bestände selbst, nämlich a) 60jährig 15 ha, b) 30jährig 35 ha und c) 10jährig 10 ha entsprechen dem Durchschnittszuwachs der 3. Bonität (§ 5).

Der normale Haubarkeits-Durchschnittszuwachs beträgt für den 80jährigen Umtrieb

$$50 \cdot 8 + 10 \cdot 7 = 470 \text{ fm},$$

$$\text{daher } V_n = 470 \cdot \frac{80}{2} = 18800 \text{ fm}.$$

Zur Ausgleichung der Differenz $V_w - V_n$ wird ein die beiden ersten Perioden umfassender Zeitraum von 40 Jahren gewählt.

Z_w und V_w berechnen sich aus nachstehender Tabelle, in welcher vorläufig sämtliche Bestände mit annähernd gleichen Flächen an vier, 20 Jahre umfassende Perioden verteilt sind.

Bezeichnung	Fläche	Holzart	gegenwärtiges Alter	Standortsgüte	Bestandsgüte	Perioden zu 20 Jahren I.	II.	III.	IV.	Mutmaßliches Abtriebsalter	Haubarkeits-Durchschnittszuwachs	Z_{ws} für die ersten zwei Perioden	Wirklicher Vorrat
	ha		Jahr			ha				Jahr	fm		
a	15	Fi.	60	3/4	3	15	—	—	—	70	6,9	1035	6210
											8,0	3600	
b	35	„	30	3/4	3	—	16	—	—	60	6,6	3168	3168
											8,0	1280	
						—	—	15	—	80	7,0	4200	3150
						—	—	—	4	100	6,7	1072	804
c	10	„	10	3	3	—	—	—	10	80	7,0	2800	700
Summe	60	—	—	—	—	15	16	15	14	—	—	17 155	14 032

Der Hiebssatz für den ganzen Ausgleichungszeitraum $E_s = V_w + Z_{ws} - V_n$ beträgt sonach $E_s = 14032 + 17155 - 18800 = 12387$ fm.

Für jede der beiden ersten Perioden ist der Hiebssatz $\frac{12387}{2} = 6193$ fm.

Die tabellarische Verteilung ergibt jedoch

für die I. Periode $15 \cdot 70 \cdot 6{,}9 = 7245$ fm,
„ „ II. „ $16 \cdot 60 \cdot 6{,}6 = 6336$ „,

für beide Perioden also zu viel.

In der I. Periode sind zu viel angesetzt $7245 - 6193 = 1052$ fm. Es müssen sonach mindestens 2 ha weniger zum Hiebe gestellt werden, welche dann der II. Periode zufallen.

Berichtigter Hiebssatz der I. Periode $13 \cdot 70 \cdot 6{,}9 = 6279$ fm. Von diesem Hiebssatze sind durchschnittlich $\frac{17155}{2} = 8577$ fm auf den Zuwachs, und als Ersparung, also negativ 2298 fm auf den Vorratsmangel zu rechnen.

Da nun in der I. Periode 2298 fm erspart worden sind, beträgt der von der ganzen Differenz $V_w - V_n$ auf die II. Periode entfallende Anteil $4768 - 2298 = 2470$ fm, und dürfte der Hiebssatz für die II. Periode nur $8577 - 2470 = 6107$ fm betragen.

Es können daher in der II. Periode nur zum Abtriebe gelangen:

Fläche	Abtriebsalter	Durchschnittszuwachs		Ertrag
von a 2 .	90 . . .	6,9	=	1242
„ b 12 .	60 . . .	6,6	=	4752
Summe 14 ha				5994 fm.

1) Heyer, „Die Waldertrags-Regelung". 3. Aufl. 1883. S. 233, 234.

Hierdurch verschiebt sich die erste Verteilung der Bestände, und ändern sich die Größen Z_{ws} und V_w wie folgt:

Bezeichnung	Fläche	Holzart	gegenwärtiges Alter	Standortsgüte	Bestandsgüte	Perioden zu 20 Jahren I.	II.	III.	IV.	Mutmaßliches Abtriebsalter	Haubarkeits-Durchschnitts-zuwachs	Z_{ws} für die ersten zwei Perioden	Wirklicher Vorrat
	ha		Jahr			ha				Jahr		fm	
a	15	Fi.	60	3/4	3	13	—	—	—	70	6.9	897	5382
											8.0	3120	
						—	2	—	—	90	6.9	414	828
											8.0	160	
b	35	,,	30	3/4	3	—	12	—	—	60	6.6	2376	2376
											8.0	960	
						—	—	17	—	80	7.0	4760	3570
						—	—	—	6	100	6.7	1608	1206
c	10	,,	10	3	3	—	—	—	10	80	7.0	2800	700
Summe	60	—	—	—	—	13	14	17	16	—	—	17 095	14 062

Der Hiebssatz für den ganzen Ausgleichszeitraum beträgt hiernach

$$14062 + 17095 - 18800 = 12357 \text{ fm.}$$

Auf jede der beiden ersten Perioden entfallen $\frac{12357}{2} = 6178$ fm.

Da nun nach der zweiten Verteilung der Hiebssatz für die I. Periode 6279, für die II. Periode 5994, für beide Perioden zusammen 12273, im ganzen also nur 84 fm zu wenig beträgt, ist von weiteren Verschiebungen abzusehen.

Die durch die Bestandesverschiebungen erfolgten Aenderungen von Z_{ws} und V_w sind im gegebenen kleinen Beispiel zufällig sehr unbedeutend. Dasselbe verdeutlicht aber immerhin den Gang der Rechnung [1]).

Aus letzterer geht übrigens ohne weiteres hervor, daß nach 40 Jahren der Hiebssatz wesentlich steigen muß. Es ist dies auch ganz richtig, da bis dahin die Differenz zwischen V_w und V_n fast ganz ausgeglichen ist. Wollte man einen solchen Sprung vermeiden, so müßte ein längerer Ausgleichszeitraum gewählt werden.

Heyers Verfahren hat eine große historische Bedeutung. Für die praktische Anwendung können wir ihm jedoch keinen hohen Wert zusprechen. Erstens legt diese Methode zu viel Gewicht auf die Herstellung des Normalvorrates, dagegen zu wenig auf die Herstellung des normalen Altersklassenverhältnisses in Größe und Verteilung, was sie in viel höherem Maße tun müßte, nachdem sie sich nun einmal mit der Sorge für die gesamte Betriebsordnung befaßt. — Zweitens ist die ganze Rechnung mit dem Haubarkeits-Durchschnittszuwachs doch eine sehr bedenkliche, schon aus dem einfachen Grunde, weil sie bei tatsächlich vorkommenden abnormen Abtriebsaltern den Vergleich der wirklichen Nutzung mit dem berechneten Hiebssatze streng genommen unmöglich macht. Mit den bescheidensten Anforderungen der Finanzwirtschaft will sich solche Rechnung nach dem Durchschnittszuwachs natürlich nicht vertragen. — Drittens hat die mehrfach erwähnte Formel des Hiebssatzes eigentlich nicht viel mehr als einen akademischen Zweck, denn ebensogut wie man lediglich nach gutachtlichem Ermessen die Größe des auf das Resultat der Rechnung höchst einflußreichen Ausgleichungszeitraumes bestimmen muß, kann man nach gleichem Ermessen, wenn einmal ein Hiebsplan für die ganze Umtriebszeit aufgestellt worden ist, bestimmen, welche Bestände und welche Massen in den ersten Perioden zum

1) Ausführlichere Rechnungsbeispiele sind zu finden in: Heyer, „Die Waldertrags-Regelung". 3. Aufl. S. 227 bis 248. — Judeich, „Die Forsteinrichtung". 6. Aufl. 1904. S. 388 bis 400.

Hiebe kommen sollen. Es ist dies um so leichter möglich, als Heyer mit Recht auch die Abhaltung 10jähriger Revisionen fordert.

Anmerkung. Eine Verbindung von Normalvorrats- mit Fachwerksmethoden ist ferner das von Karl im Jahre 1851 [1]) veröffentlichte Verfahren, welches eine modifizierte Normalvorrats-Methode mit einer Art Massenfachwerk verbindet. Dieses Verfahren ist indessen so schwerfällig und unsicher, daß wir hier auf eine besondere Schilderung desselben wohl Verzicht leisten können. Auch das Verfahren für die österreichischen Reichsforste nach der Instruktion von 1878 wurde von Judeich als eine solche Verbindung geschildert.

2. Die Schlageinteilung.

§ 51. Diese älteste und einfachste Methode teilt die wirkliche oder reduzierte Fläche des Waldes rein geometrisch in Jahresschläge und grenzt diese im Walde selbst fest ab. Der Ertrag jedes Jahresschlages ist gleich dem Hiebssatze der Abtriebsnutzung für das betreffende Jahr.

Die Fläche des Jahresschlages (§ 16) ist $\frac{F}{u}$ oder $\frac{F}{u+w}$, je nachdem die Begründung des neuen Bestandes dem Abtriebe des alten sofort folgt oder w Jahre ausgesetzt bleibt. Es ist nicht nötig, daß diese Fläche eine örtlich zusammenhängende sei. In größeren Betriebsklassen kann sie aus mehreren Einzelschlägen bestehen.

Zu unterscheiden ist die einfache Schlageinteilung von der proportionalen Teilung. Erstere berechnet den Jahresschlag, ohne Rücksicht auf etwaige Verschiedenheiten von Bestand oder Standort, einfach als Quotienten aus dem Umtrieb in die wirkliche Waldfläche, während letztere mit nach der Standortsgüte reduzierten Flächen rechnet (§ 67), um die Schwankungen des Ertrags, namentlich für die späteren Umtriebe, auszugleichen.

Bei strenger Durchführung stellt die Schlageinteilung das normale Altersklassenverhältnis innerhalb einer Umtriebszeit her. Jede Aenderung des Umtriebes würde aber die mit Hilfe einer Schlageinteilung bewirkte Einrichtung eines Waldes zerstören.

Anwendbar erscheint die Methode für Niederwald (§ 102), Mittelwald (§ 103) und mit gewissen Modifikationen auch für den Blenderwald (§ 104). Der schlagweise Hochwaldbetrieb wird die Anforderungen, die für ihn die Schlageinteilung stellen muß, nämlich das Vorhandensein einer fast regelmäßigen Altersklassenverteilung und den ohne alle Störung möglichen Fortgang des Hiebes, um so weniger erfüllen können, je höher der Umtrieb ist. Dazu kommt ihre vollkommene Starrheit in waldbaulicher Hinsicht, sowie der Umstand, daß trotz der Unterordnung des ganzen räumlichen Vorgehens unter die Interessen der Ertragsregelung ein streng nachhaltiger Ertrag in keiner Weise gesichert ist.

In unserem kleinen Beispiel einer Fichtenhochwaldwirtschaft (§ 98) wäre die Durchführung einer Schlageinteilung ganz unmöglich oder doch mit ganz ungerechtfertigten Opfern verknüpft.

3. Die Fachwerksmethoden.

Von den hier zu besprechenden Formen zeigen das Flächenfachwerk und das kombinierte Fachwerk große Aehnlichkeit, während das zuerst zu schildernde Massenfachwerk in mehrfacher Hinsicht wesentlich von ihnen abweicht. Trotzdem ist jedoch, wie schon Stötzer darlegt, das kombinierte Fachwerk nicht aus dem Flächenfachwerk, sondern aus dem Massenfachwerk hervorgegangen, indem man den Flächenfaktor neben der Masse mehr und mehr berücksichtigte (jüngere Altersklassen) und

1) H. Karl, „Die Forstbetriebs-Regulierung nach der Fachwerks-Methode" 1851.

dem räumlichen Betriebsplane nach Vorgang des Flächenfachwerks größere Aufmerksamkeit schenkte, als dies G. L. Hartig getan hatte.

a) Das Massenfachwerk.

§ 52. Das Massenfachwerk verteilt mit Hilfe eines Wirtschaftsplanes die Nutzung eines Waldes für eine ganze Umtriebs- oder Einrichtungszeit derartig, daß die einzelnen Perioden (Fächer) mit Waldflächen (Beständen) ausgestattet werden, die annähernd gleiche (unter Umständen steigende, selten allmählich sinkende) Gesamtnutzungsmassen liefern. Sowohl die End- wie die Vornutzungen werden verteilt.

Der jährliche Hiebssatz wird durch Division des periodischen mit der Anzahl der Periodenjahre gefunden.

Eine Betriebsklassenbildung verlangt das Massenfachwerk nicht unbedingt, sie ist aber bereits dem Begründer der Methode, G. L. Hartig, nicht fremd, indem er wenigstens das Gebiet jeder Holzart als selbständige Betriebsklasse betrachtet. Die weitere Teilung des Waldes in Hiebszüge und Abteilungen, wie sie das nachher zu schildernde Flächenfachwerk haben muß, fordert das Massenfachwerk nicht unbedingt, sie läßt sich jedoch sehr gut mit dieser Methode vereinigen. Eine Verteilung der Abteilungen an die einzelnen Zeitperioden findet nicht statt.

Zur Ermittelung des Hiebssatzes werden alle Bestände für die nächste Umtriebszeit an die einzelnen Zeitperioden verteilt. Der vorhandenen Masse jedes Einzelbestandes wird durchschnittlich nach passenden Ertragstafeln oder durch Zuwachsaufrechnung so viel Zuwachsmasse zugeschlagen, als der Bestand noch bis zum Abtrieb in der Mitte seiner Periode liefern wird; oder mit andern Worten, man berechnet das Hiebsalter jedes Einzelbestandes für die Mitte seiner Abtriebsperiode und stellt den diesem Alter entsprechenden Vorrat in Rechnung.

Die erste versuchsweise Verteilung der Bestände wird wohl immer sehr ungleiche periodische Erträge nachweisen. Zum Zwecke der Ausgleichung werden alsdann geeignete Flächen (Bestände) aus den überreichlich bedachten Perioden in diejenigen verschoben, die zu geringe Massen erhalten hatten; dadurch ändern sich natürlich auch die Beträge ihres Zuwachses. Wäre z. B. die II. Periode zu gering, die IV. zu hoch ausgestattet, so müßten aus letzterer Verschiebungen in die III. und aus dieser in die II. stattfinden, bis durch wiederholtes Probieren endlich das Ziel erreicht ist. Um nicht gezwungen zu sein, die Bestände infolge dieser Verschiebungen viel vor oder viel nach ihrem forstlichen Haubarkeitsalter abtreiben zu müssen, empfiehlt es sich, die Zwischennutzungen für die Ausgleichung zu Hilfe zu nehmen, weshalb der Hiebssatz sofort für die Summe von End- und Vornutzungen zu berechnen ist.

Beispiel. Die Berechnung des Hiebssatzes für unser in § 98 mitgeteiltes Beispiel würde etwas umständlich, begnügen wir uns daher der Kürze wegen mit der Ermittelung des Hiebssatzes der Endnutzungen für eine kleine 60 ha große Betriebsklasse, welche nur aus drei Beständen, a, b und c derartig zusammengesetzt ist, daß der Hieb in a beginnen, sich durch b fortsetzen und in c endigen kann. Die Ertragsverhältnisse entsprechen genau der 3. Bonität (§ 5), der Umtrieb sei ein 80 jähriger. Der Bestand a sei 15 ha groß, 60 jährig, b 35 ha, 30 jährig, c 10 ha, 10 jährig. Die Verteilung erfolgt an vier 20 Jahre umfassenden Perioden.

1. Verteilung.

Periode	Bezeichnung	Fläche	Durchschnittliches Abtriebsalter	Ertrag in fm 1 ha	Ertrag in fm Summe
I.	a	15 ha	70 j.	482	7230
II.	von b	20 „	60 j.	394	7880
III.	„ b	15 „	80 j.	559	8385
IV.	c	10 „	80 j.	559	5590
		Summe 60 ha			29085 fm.

Die letzte Periode ist hier bestimmt, wahrscheinlich auch die I. mit zu wenig Masse ausgestattet. Es muß deshalb eine Verschiebung der Bestände stattfinden, welche nach einigen Versuchen folgendes Resultat ergibt:

Letzte Verteilung.

Periode	Bezeichnung	Fläche	Durchschnittliches Abtriebsalter	Ertrag in fm 1 ha	Summe	
I.	a	15,0 ha	70 j.	482	7230	7327
	von b	0,5 ,,	40 j.	193	97	
II.	,, b	18,7 ,,	60 j.	394	7368	
III.	,, b	13,2 ,,	80 j.	559	7379	
IV.	,, b	2,6 ,,	100 j.	674	1752	7342
	c	10,0 ,,	80 j.	559	5590	
	Summe	60 ha			29416 fm.	

Im Massenfachwerk spricht sich das Streben nach Herstellung des Normalzustandes nicht aus, denn es kennt nur den Grundsatz, den zufällig vorhandenen Vorrat und den an ihm erfolgenden Zuwachs in annähernd gleichen periodischen Erträgen auf eine ganze Umtriebszeit zu verteilen. Trotzdem kann es dann, wenn die Wirtschaft keine Störungen erleidet, den Normalzustand annähernd erreichen, wenn auch später als das Flächenfachwerk, sobald es auf die Herstellung einer guten Waldeinteilung bei der Verteilung der Hiebsorte auf eine geordnete Hiebsfolge Bedacht nimmt. Ursprünglich ist diese Anforderung aber nicht betont worden.

Eine schwache Seite des Massenfachwerks liegt darin, daß es für einen ganzen Umtrieb die End- und sogar die Vornutzungs-Erträge in Rechnung stellen muß. Dadurch werden in letztere so viel unsichere Faktoren eingeführt, daß es bei den periodischen Revisionen unerläßlich ist, immer wieder neue Bestandesverschiebungen vorzunehmen.

Die ersten Keime des Massenfachwerkes liegen schon in dem Verfahren, das Hennert[1]) empfahl. Schon dieser suchte Perioden mit gleichen Nutzungsmassen zu gewinnen. Wirklich begründet und weiter entwickelt wurde diese Methode jedoch hauptsächlich von G. L. Hartig[2]).

b) Das Flächenfachwerk.

§ 53. Das Flächenfachwerk verteilt mit Hilfe eines Wirtschaftsplanes die Nutzung eines Waldes für eine ganze Umtriebs- oder Einrichtungszeit derartig, daß die einzelnen Perioden (Fächer) mit annähernd gleichen wirklichen oder reduzierten Hiebsflächen ausgestattet werden.

Der jährliche Hiebssatz der Endnutzung kann entweder als Flächenhiebssatz durch Division der periodischen Hiebsfläche mit der Anzahl der Periodenjahre gefunden werden, oder man berechnet, um große Ertragsschwankungen in den Einzeljahren zu vermeiden, einen Massenhiebssatz, und zwar als Quotienten aus der Anzahl der Periodenjahre in die auf der Fläche der I. Periode stockenden Abtriebsmasse (heutiger Vorrat der Periodenfläche plus Zuwachs desselben bis zur Mitte der Periode).

Bei sehr ungünstig gestalteter Verteilung der Altersklassen, so auch dann, wenn man auf die dem Flächenfachwerk allerdings mögliche Einteilung des Waldes in Betriebsklassen mit verschiedenen Umtriebszeiten verzichtet, wird der Rechnung nicht die Größe des Umtriebes, sondern die eines Einrichtungszeitraumes zugrunde gelegt. Man versteht unter letzterem einen Zeitraum, binnen dem man einmal mit dem Hiebe das ganze Revier durchlaufen will, um wenigstens einige Ordnung in die Bestandesverhältnisse zu bringen.

Die auf den Umtrieb oder auf den Einrichtungszeitraum gestützte Periodenteilung bildet die Basis des allgemeinen, für den ganzen Umtrieb oder Einrichtungs-

1) Hennert, Anweisung zur Taxation der Forste 1791.

2) G. L. Hartig, „Anweisung zur Taxation der Forste oder zur Bestimmung des Holzertrages der Wälder" 1795. — 2. Aufl. unter dem Titel: „Anweisung zur Taxation und Beschreibung der Forste" 1804 u. 1805. — 3. Aufl. 1813. — 4. Aufl. 1819.

Derselbe, „Neue Instruktionen für die Königlich Preußischen Forst-Geometer und Forst-Taxatoren". 1819. — 2. Aufl. 1836.

zeitraum aufzustellenden Hauungsplanes. Der Flächen-, sonach auch der Massen-Hiebssatz sind Folge dieses Planes.

Abgesehen von mancherlei Abweichungen kann man zwei Formen des Flächenfachwerks unterscheiden.

a) Die Periodenteilung wird auf den Wald selbst übertragen, indem man jede der durch ein Einteilungsnetz gebildeten Abteilungen einer bestimmten Zeitperiode zuweist. Dabei ist besonders auf das Erreichen einer wohlgeordneten Hiebsfolge Rücksicht zu nehmen. Eine Rechnung mit reduzierten Flächen ist nicht üblich; in größeren Revieren erwartet man dagegen, daß durch den Wechsel besserer und schlechterer Standortsbonitäten eine annähernde Ausgleichung von selbst erfolge.

Für die erste Z e i t periode werden zunächst die abtriebsbedürftigsten Bestände, die auf den Flächen der letzten (IV., V. usw.) Perioden stocken, zum Hieb gesetzt, um diese während derselben Umtriebs- oder Einrichtungszeit zum Zwecke der Herstellung einer Gleichaltrigkeit der Abteilungen (Abteilungseinheit) noch einmal abtreiben zu können. Solche Doppelabtriebe dienen auch dazu, die auf den Flächen der I. und oft auch der II. Periode während des Einrichtungszeitraumes nicht haubaren Orte zu ersetzen. Auf den mittleren, gewöhnlich III. Periodenflächen muß man die Bestände fast ganz so nehmen, wie sie gerade sind, Doppelabtriebe sind hier nicht möglich. Deshalb bestimmt man bei der Uebertragung der Perioden auf den Wald, d. h. bei der Verteilung der Abteilungen an die verschiedenen Zeitperioden, zuerst die Flächen der mittleren Perioden. Die einzelnen Abteilungen werden auf den Karten und in den Schriften mit ihren Periodenziffern bezeichnet.

Im Sinne der Hiebsordnung, die schließlich aus jeder aufeinander folgenden Perioden-Reihe eine Schlagreihe (Hiebszug) gestaltet, verteilt man sämtliche Bestände auf die ganze Umtriebs- oder Einrichtungszeit derartig, daß jede Zeitperiode mit annähernd gleichen Hiebsflächen ausgestattet wird. Den Betrag der Endnutzungen berechnet man so, daß jeder einzelne Bestand mit jenem Hiebsalter angesetzt wird, das er in der Mitte seiner Abtriebsperiode erreicht haben würde (§ 32). Die bei solchem Verfahren notwendig entstehende Ungleichheit der periodischen Erträge bleibt ohne Bedeutung.

In der Regel wird nur für die erste Zeitperiode ein spezieller Hauungsplan aufgestellt, für denselben auch der Betrag der Vornutzungen besonders veranschlagt.

Zur Erhaltung des Einrichtungswerkes sind periodische Revisionen abzuhalten, um den Plan zu berichtigen, erfolgte Störungen auszugleichen.

Die gelegentlich einer solchen Revision vorzunehmenden Aenderungen des Umtriebes würden zwar den ganzen früher aufgestellten Hauungsplan stören bezw. umwerfen, den durch die Waldeinteilung geschaffenen Periodenrahmen jedoch unberührt lassen.

Hätte man für den kleinen Wald (§ 98) einen 90 jährigen Einrichtungszeitraum gewählt und jede Abteilung einer bestimmten Periode zugewiesen, so erhielte man fünf Perioden, deren jede 18 Jahre umfaßt. Unter Berücksichtigung der gegenwärtigen Bestandsverhältnisse ließe sich folgende Verteilung vornehmen:

I. Periode	II. Periode	III. Periode	IV. Periode	V. Periode
Abt. 1. 13,60 ha	Abt. 2. 19,52 ha	Abt. 3. 20,00 ha	Abt. 4. 17,28 ha	Abt. 5. 19,20 ha
„ 7. 17,12 „	„ 8. 18,88 „	„ 9. 15,36 „	„ 10. 14,00 „	„ 6. 14,88 „
30,72 ha	38,40 ha	35,36 ha	31,28 ha	34,08 ha

Eine vollständige Gleichheit der Periodenflächen läßt sich im gegebenen Falle nicht erreichen. Durch eine kleine Verlegung der Schneise 2 ließe sich allerdings die Differenz zwischen der Fläche der I. und II. Periode etwas ausgleichen. Auf größeren Revieren, wo eine größere Anzahl von Abteilungen verteilt wird, kann man leichter diesem Ziele nahe kommen.

Unter Beachtung des zu erstrebenden Zieles einer derartigen Hiebsordnung, daß die Abteilungen 1 bis 5 einen Hiebszug und die Abteilungen 6 bis 10 einen solchen bilden, kann man folgende Verteilung der Hiebsflächen vornehmen:

I. Periode				II. Periode			
von 1c	2,00	ha		von 1c	4,40	ha	
,, 2c	0,56	,,	Loshieb.	2a	7,20	,,	
3a	11,84	,,		von 2c	3,44	,,	
5c	4,32	,,	kommen in der V. Periode nochmals zum Abtrieb.	3b	5,12	,,	
6c	2,72	,,		7a	2,40	,,	
6d	4,16	,,		von 7b	1,00	,,	die östliche Spitze.
von 8b	2,00	,,	Loshieb.	7c	4,96	,,	
10d	3,76	,,	wie 6cd.	von 8b	3,30	,,	
I. Periode	31,36	ha.		II. Periode	31,82	ha.	

III. Periode			IV. Periode			V. Periode			
			4b	6,08	ha	1a	2,72	ha	
4a	5,60	ha	4c	5,60	,,	1b	4,48	,,	
von 8b	7,18	,,	5a	3,20	,,	von 5b	4,18	,,	
9a	4,16	,,	von 5b	7,50	,,	5c	4,32	,,	Doppelabtrieb.
9b	7,84	,,	6a	2,56	,,	6b	5,44	,,	
9c	3,36	,,	10b	4,32	,,	6cd	6,88	,,	Doppelabtrieb.
10a	3,68	,,	10c	2,24	,,	10d	3,76	,,	desgl.
III. Periode	31,82	ha	IV. Periode	31,50	ha	V. Periode	31,78	ha.	

Die Fläche der Doppelabtriebe 5c, 6cd und 10d beträgt 14,96 ha und ersetzt wenigstens zum Teil die Fläche der wegen zu niedrigen Alters gar nicht zum Hiebe gestellten Orte 2b, 3c, von 7b und 8a, welche 26,52 ha beträgt.

Es liegt auf der Hand, daß vom Beginne des zweiten Umtriebes an, wenn keine Störungen eintreten, in dem Hiebszuge der Abteilungen 7, 8, 9, 10 und 6 ganz normal, in dem Hiebszuge der Abteilungen 1 bis 5 fast ganz normal weiter geschlagen werden kann; in letzterem fehlen nur die beiden Bestände 1a und 1b.

Wir verzichten darauf, für alle Perioden die Ansätze der Massen zu geben. Für die erste 18jährige Periode würde der Hiebssatz der Endnutzungen folgender sein [1]):

		gegenwärtiges Alter	durchschnittliches Abtriebsalter	Ertrag in fm 1 ha	Summe
von 1c	2,00 ha	90 Jahre	99 Jahre	495	990
,, 2c	0,56 ,,	50 ,,	59 ,,	236	132
3a	11,84 ,,	75 ,,	84 ,,	582	6891
5c	4,32 ,,	100 ,,	109 ,,	545	2354
6c	2,72 ,,	65 ,,	74 ,,	205	558
6d	4,16 ,,	90 ,,	99 ,,	715	2974
von 8b	2,00 ,,	75 ,,	84 ,,	840	1680
10d	3,76 ,,	100 ,,	109 ,,	763	2869
Summe der I. Periode	31,36 ha	—	—	—	18448 fm.

Den Hiebsorten der II. Periode wäre ein 27jähriger, denen der II. Periode ein 45jähriger Zuwachs zuzurechnen usw.

Ein solches Flächenfachwerk wird, wie aus vorstehendem ersichtlich, den Normalzustand im Sinne des Großschlags (Abteilungseinheit) natürlich soweit herstellen, als er überhaupt erreichbar ist, wenn die Wirtschaft keine oder nur wenige Störungen erleidet. In der Regel wird dies aber nur mit großen, durch sehr abnorme Abtriebsalter bedingten Opfern während der ersten Umtriebs- oder Einrichtungszeit geschehen. In dem von uns gewählten Beispiele treten diese Opfer zufälligerweise nicht sehr hervor, können aber unter Umständen sehr bedeutende sein. Man denke z. B. nur an eine Betriebsklasse, die nur aus einer oder zwei Altersklassen besteht. Dazu kommt noch, daß überall dort, wo diese Methode angewendet worden ist, viel zu lange „Hiebszüge" (Schlagreihen) entstanden sind.

b) Eine andere Form des Flächenfachwerkes sieht von einer Waldeinteilung, sonach auch von einem auf den Wald selbst übertragenen Periodenrahmen ganz oder fast ganz ab, indem sie sich nur mit Wegen oder anderen natürlichen Abgrenzungen der Abteilungen begnügt. Die einzelnen Bestände werden zur Ermittelung des periodischen Hiebssatzes ebenso an die mit gleichen Flächen auszustattenden Zeitperioden verteilt. Dabei kann zwar leichter mit nach der Bonität reduzierten Flächen gerechnet,

1) Die Erträge für 1 ha wurden hier kurz so ermittelt, daß nach den eingeschätzten Erträgen (§ 100) der Durchschnittszuwachs berechnet und mit dem Abtriebsalter multipliziert wurde.

es kann auch ein normales Größenverhältnis der Altersklassen erreicht werden, jedoch die wichtige normale Verteilung der Altersklassen wird entweder gar nicht oder mehr oder weniger zufällig annähernd hergestellt, da ein solches Ziel dieser Methode gar nicht vorschwebt.

c) Das kombinierte Fachwerk.

§ 54. Das kombinierte (auch komponierte) Fachwerk ist eine Verbindung von Flächen- und Massen-Fachwerk, welche die Nutzung eines Waldes derartig zu verteilen sucht, daß die einzelnen Perioden (Fächer) mit annähernd gleichen Massen und annähernd gleichen Flächen oder nur zum Teil mit annähernd gleichen Massen, zum Teil mit annähernd gleichen Flächen ausgestattet werden.

Die Verteilung selbst erfolgt für eine ganze Umtriebs- odes Einrichtungszeit, oder auch nur für kürzere Zeiträume. Die Ausgleichung der Massen kann entweder durch die Endnutzungen allein oder auch mit Hilfe der Vornutzungen geschehen.

Der jährliche Hiebssatz ist aus dem periodischen entweder mit vorwiegender Berücksichtigung der Massen oder mit vorwiegender Berücksichtigung der Flächen zu berechnen.

Das Verfahren der Ausgleichung bedarf nach dem über das Flächen- und das Massen-Fachwerk Gesagten keiner weitgehenden Erläuterung. Man setzt für die einzelnen Perioden die einzelnen Bestände mit Fläche und Masse an, vergleicht deren Summen und sucht die Differenzen durch Verschiebung der Bestände aus einer Periode in die andere möglichst auszugleichen. Dabei ist auf eine allmähliche Ordnung der Hiebsfolge stets Bedacht zu nehmen.

Das Ideal des kombinierten Fachwerkes, nämlich eine vollständige Gleichheit der periodischen Hiebsflächen und Hiebsmassen, ist natürlich um so weniger erreichbar, je abnormer die Bestandsverhältnisse einer Betriebsklasse sind. Der Normalzustand wird durch dieses Fachwerk um so eher hergestellt werden, je mehr man Gewicht auf die normale Verteilung der Altersklassen legt, wodurch es allerdings unvermeidlich wird, während des nächsten Einrichtungszeitraumes auf eine Gleichheit der periodischen Massen zu verzichten. Gegenüber dem Flächen- und dem Massen-Fachwerk besitzt immerhin das kombinierte Fachwerk den Vorzug, eine größere Gleichmäßigkeit der periodischen Nutzungen als ersteres zu gewähren, dabei aber die Betriebsklasse ihrem Normalzustand etwas schneller entgegenzuführen als letzteres.

Die Erkenntnis der Tatsache, daß das ideale Ziel des kombinierten Fachwerkes überhaupt nicht erreichbar sei, hat zu der sehr richtigen Vereinbarung geführt, die Massen nicht für sämtliche Perioden des Umtriebes oder Einrichtungszeitraumes auszugleichen, sondern diese Ausgleichung auf die nächsten (die zwei oder drei ersten) Zeitperioden zu beschränken, den späteren aber durch den allgemeinen Hauungsplan nur annähernd gleiche Flächen zuzuweisen [1]).

Mit dieser Vereinfachung fand das kombinierte Fachwerk z. B. bis vor kurzer Zeit Anwendung im Königreich Preußen [2]).

Den besten Sinn ergibt das Verfahren des kombinierten Fachwerks, wenn man von der Erwägung ausgeht, daß bei Anwendung des reinen Massenfachwerks die Schwierigkeit und Unsicherheit der Massenvorausbestimmung für alle Perioden vorwiegend bei den jüngeren Altersklassen und damit bei den späteren Perioden liegt, weil hier die in Rechnung zu stellenden Massen in der Hauptsache aus dem nur schwer

---

1) Eingehend zuerst erörtert durch v. Klipstein, „Versuch einer Anweisung zur Forst-Betriebs-Regulierung". 1823.

2) Zu vergl. v. Hagen, „Die forstlichen Verhältnisse Preußens". 3. Aufl., herausgeg. von Donner. 1894. 1. Band, S. 193 ff. u. S. 217 ff.

und unsicher vorauszubestimmenden Zuwachse der Zukunft bestehen, während in den älteren Beständen und damit bei den nächsten Nutzungsperioden diese Massen zum größeren Teil sich aus den schon vorhandenen Vorräten zusammensetzen. In Erwägung dieser Umstände hält man also beim Fachwerk mit Vorteil für die nächsten Perioden am Massenausgleiche fest, begnügt sich aber für die späteren Perioden damit, sie mit entsprechenden Anteilen an Nutzungsfläche auszustatten, in der Annahme, daß ihnen dadurch bei guter Waldpflege dann seiner Zeit mindestens gleichgroße Nutzungs-Massen und -Werte zur Verfügung stehen werden, wie sie heute den vorderen Perioden unmittelbar zugeteilt wurden.

So gelangt man dazu, zunächst (im sog. Einrichtungsplane) die Flächen abteilungsweise gleichmäßig auf alle Perioden zu verteilen, und zwar unter gleichzeitiger Sorge für die räumliche Ordnung und für rasche Anbahnung des normalen Zuwachses, also ganz im Sinne des Flächenfachwerks zu verfahren, um alsdann (im sog. Hauptnutzungsplan) unter möglichster Erhaltung dieser Flächenaufteilungsgrundlage — und zwar unterabteilungsweise — auch noch für Massenausgleichung in den nächsten Perioden zu sorgen. Dadurch erscheint dann für die nächste Zukunft eine nachhaltige Nutzungsmasse, für die späteren Perioden dagegen eine normale Nutzungsfläche gesichert, während gleichzeitig für räumliche Ordnung im Sinne des Fachwerks und für Hebung des Zuwachses gesorgt wurde.

Dabei ist jedoch zu beachten, daß, was meist übersehen wird, der Massenausgleich auf mehrere Perioden ausgedehnt werden muß; denn bei Beschränkung der Massenberechnung auf die I. Periode ist ein Massenausgleich im Interesse der Nachhaltigkeit unter den Perioden nicht mehr möglich, wir haben es somit auch nicht mehr mit einem kombinierten Fachwerk, sondern mit einem reinen Flächenfachwerke zu tun.

In diesem Sinne wurde das kombinierte Fachwerk z. B. in Württemberg entwickelt.

Teils in der Literatur, teils in der Praxis sind zahlreiche Variationen des kombinierten Fachwerkes zur Geltung gekommen. Wir halten es für unnötig, aller dieser Methoden hier Erwähnung zu tun und verweisen auf die von G. Heyer[1]) mitgeteilte Uebersicht „unvollständiger Kombinationen des Flächen und des Massenfachwerks". Heyer folgte hiebei Denzins[2]) Aufstellungen.

4. Die Altersklassenmethoden.

§ 55. Die Altersklassenmethoden regeln die Endnutzung eines Waldes oder einer Betriebsklasse durch eine Vergleichung des wirklichen mit dem normalen Altersklassenverhältnis, aus der auf Grund allgemeiner Erwägungen die Größe des Jahresschlages folgt, ohne daß es notwendig wäre, die Nutzung nach Fläche oder Masse auf bestimmte Perioden einer Umtriebs- oder Einrichtungszeit zn verteilen.

Hierher gehört das Verfahren der „Bestandswirtschaft", das den weiteren Ausführungen zugrunde gelegt werden soll. G. Heyer[3]) hat dieses Verfahren zu dem kombinierten Fachwerk gezählt, es fehlt demselben aber die nach unserer Ansicht für alle Fachwerksmethoden charakteristische Aufteilung der Hiebsflächen unter die Perioden des Umtriebes oder Einrichtungszeitraumes.

In der Praxis finden wohl hier und da schon seit längerer Zeit Methoden der Ertragsbestimmung Anwendung, die zwar aus älteren Fachwerksmethoden ent-

1) Carl Heyer, „Die Waldertrags-Regelung". 3. Aufl. von Gustav Heyer. 1883. S. 309.

2) Denzins eingehende Untersuchungen über die Fachwerksmethoden siehe A. F. u. J. Z. 1874—1877 und 1883.

3) „Die Waldertrags-Regelung". 3. Aufl. 1883, S. 309.

standen, jedoch mehr oder weniger bestimmt hierher zu rechnen sind, über die aber die bekannte Literatur Näheres nicht berichtet.

Dies ist der Fall bezüglich des im Königreich Sachsen seit etwa der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts üblichen Verfahrens [1]). Da dasselbe sich nur ganz allmählich im Laufe der Zeit aus einem bis in die 1840er Jahre angewendeten kombinierten Fachwerke praktisch entwickelte, ohne durch eine besondere Instruktion in das Leben gerufen worden zu sein, läßt sich ein bestimmtes Jahr seiner Entstehung nicht nachweisen. Tatsächlich hat man aber daselbst den leitenden Grundgedanken des Fachwerkes zu jener Zeit aufgegeben, als man auf die Verteilung der Nutzung nach Fläche oder Masse an die Perioden (Fächer) des Umtriebes oder Einrichtungszeitraumes Verzicht leistete und die Sicherung der regelmäßigen Nachhaltigkeit des Hiebssatzes in dem Streben nach normaler Gestaltung des Altersklassenverhältnisses suchte und fand [2]).

Auch das von Hugo Speidel [3]) im letzten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts in Württemberg in Anlehnung an die sächsische Methode eingeführte Verfahren, sowie das neue preußische und bayerische Verfahren sind hierher zu zählen.

Ebenso ist das neue Verfahren für die österreichischen Reichsforste vom Jahre 1901 im wesentlichen eine Altersklassenmethode (vgl. den Anhang).

II. Teil. Die Aufstellung des Betriebsplans.

Dem im nachfolgenden dargestellten Verfahren ist, wie schon oben erwähnt wurde, die Methode der „Sächsischen Bestandeswirtschaft" zugrunde gelegt.

I. Vorarbeiten.

§ 56. Erste Aufgabe des Forsteinrichters ist es, den wirklichen Zustand des Waldes in jeder Beziehung zu ermitteln und übersichtlich darzustellen. Die zu diesem Zwecke auszuführenden Vorarbeiten lassen sich einteilen in geometrische Vorarbeiten (Forstvermessung), in taxatorische Vorarbeiten (Forstabschätzung), in Ermittelung der allgemeinen, äußeren Forstverhältnisse, in Herstellung der Karten und Schriften.

So leicht es möglich ist, die hierher gehörigen Arbeiten systematisch geordnet neben einander zu stellen und vor der Waldeinteilung und Ertragsbestimmung zu besprechen, so untunlich erscheint es doch, sie bei der praktischen Ausführung vollständig getrennt voneinander zu halten. Beispielsweise müssen gewisse taxatorische Arbeiten den geometrischen vorausgehen, denn eine Aufnahme der Bestände ist nur möglich, nachdem die Bestandsausscheidung erfolgt ist. Auch erleichtert die Waldeinteilung die geometrische Aufnahme der Einzelheiten (der Bestände) derartig, daß sie vorausgehen muß. Man wird deshalb die Waldeinteilung zuerst durchführen und hierfür ältere Forstkarten oder eine brauchbare Landesvermessung benutzen. Fehlen diese Unterlagen oder sind sie zu ungenau, so muß man allerdings mit der Ausführung der Waldeinteilung so lange warten, bis die Neuaufnahme der Hauptlinien vorliegt. Es hat also jedenfalls die Ausscheidung und Aufnahme der Bestände erst zu erfolgen, nachdem das Waldeinteilungsnetz festgelegt worden ist.

A. Geometrische Vorarbeiten.

§ 57. Aufgabe dieser Vorarbeiten, der sogenannten Forstvermessung, ist es, die geometrischen Unterlagen für Karten und Schriften zu liefern, um besonders die Größe der Waldfläche, sowie aller einzelnen Teile derselben zu erhalten.

---

1) Judeich, „Beitrag zur Kenntnis der im Königreich Sachsen üblichen Methode der Waldertragsregelung". Suppl. d. A. F. u. J.-Z. 3. Bd. 1861, S. 29 ff. u. A. F. u. J.-Z. 1861, S. 343 ff.; ferner zu vergl. dessen „Forsteinrichtung". 6. Aufl. 1904, S. 415 ff.

2) Der erste der z. B. für das Tharandter Revier aufgestellten Wirtschaftspläne, welcher der alten Periodeneinteilung keine Berücksichtigung mehr schenkt, ist der vom Jahre 1848.

3) Hugo Speidel, „Aus Theorie und Praxis der Forstbetriebseinrichtung". A. F. u. J.-Z. 1893, S. 145 ff.

Bezüglich der Ausführung dieser Arbeiten müssen wir hier auf Artikel XI dieses Handbuchs, (Forstvermessung von Fromme), sowie auf die betreffende Literatur verweisen [1]), bemerken dazu nur kurz folgendes:

Als vorbereitende Arbeiten müssen der Forstvermessung vorausgehen die Regelung der Eigentumsgrenzen des Waldes, und, wo Waldteile noch mit Servituten belastet sind, ebenso die der Servitutsgrenzen. Ferner sind alle jene zu den taxatorischen Vorarbeiten oder zur Waldeinteilung gehörigen Arbeiten vor oder doch gleichzeitig mit der Forstvermessung zu bewirken, welche Flächentrennungen notwendig machen, also Bildung der Betriebsklassen, der Abteilungen, Ausscheidung der Bestände, Trennung der Nichtholzbodenflächen vom Holzboden. Eine ganz bedeutende Erleichterung erfahren die Vermessungsarbeiten, wenn mit Hilfe alter Karten die Waldeinteilung in der Hauptsache vorher durchgeführt werden kann. Wo brauchbare alte Karten fehlen, da muß wenigstens das Einteilungsnetz mit seinen natürlichen und künstlichen Trennungslinien im Walde vor der Aufnahme der Einzelheiten festgelegt beziehungsweise durchgesteckt werden, sobald dies der Stand der Gesamtaufnahme gestattet. Wenn im ebenen Gelände ein rechtwinkeliges Schneisennetz möglich ist, so ist dieses vorher durchzuhauen beziehungsweise durchzustecken, ehe die eigentliche Forstvermessung beginnt.

Bis zu welcher Grenze der Flächengröße Bestandstrennungen vorzunehmen sind, läßt sich im allgemeinen nicht bestimmen. Je feiner die Wirtschaft sein kann und muß, desto weiter wird man mit solchen Trennungen gehen, selten aber wohl unter 0,1 ha, wenn nicht scharf ausgesprochene, bleibende Standortsunterschiede oder gewisse Bestandsformen vorhanden sind, die besondere wirtschaftliche Vorschriften nötig machen.

Die Aufnahme aller Hauptlinien, also der Polygonseiten, der Eigentums- und Reviergrenzen, der Schneisen, der Hauptwege soll mit dem Theodolit erfolgen, deshalb die Messung derselben auch mit Meßlatten oder Stahlbändern, und zwar doppelt, ausgeführt werden. Für die Einzelaufnahme, namentlich die der Bestandsgrenzen, genügen Meßtisch oder Bussole. Namentlich für gebirgiges Gelände empfiehlt sich bei der Aufnahme der Einzelheiten die Verwendung einer Kippregel mit Distanzmessungsvorrichtung.

Die Größe der Wirtschaftseinheiten und der Hauptabteilungen wird durch Koordinatenberechnung ermittelt, während für die Berechnung des Einzelnen, der Bestände, ein Planimeter genügt. Im Königreich Sachsen, wo über die „Spezialkarte" ein Geviertnetz von 100 m Seite (von 1 ha Fläche) gelegt wird, erfolgt die Flächenberechnung meist mit Hilfe des Mikrometers. Der Mikrometer ist eine kleine Glastafel, auf der, dem Aufnahmemaßstab entsprechend, ein 1 ha großes und in 100 gleichgroße Quadrate von je 1 a Größe, eingeteiltes Quadrat eingeritzt ist. Durch Auflegen des Glastäfelchens auf das Geviertnetz der Spezialkarte und entsprechendes Weiterrücken desselben läßt sich leicht bestimmen, wie viel große und kleine Quadrate für die zu berechnende Fläche (den Bestand etc.) in Ansatz zu bringen sind. Die dabei außerdem in Betracht kommenden Teile der kleinen Quadrate lassen sich bis auf 0,1 a genau einschätzen. Sehr zu empfehlen ist auch die Verwendung des Amslerschen Polarplanimeters.

1) Baur, „Lehrbuch der niederen Geodäsie". 5. Aufl. 1895. — Kraft, „Die Anfangsgründe der Theodolitmessung". 3. Aufl. (v. Schering) 1895. — Rebstein, „Lehrbuch der praktischen Geometrie, mit besonderer Berücksichtigung der Theodolitmessung". 1868. — Jordan, „Handbuch der Vermessungskunde". 2. Bd. 5. Aufl. 1897. — Baule, Lehrbuch der Vermessungskunde. 2. A. 1901. — Schill, „Forstvermessung", ein Lehr- und Handbuch (in der „Sammlung forstwissensch. Lehrbücher") 1911.

Praktisch von großer Wichtigkeit ist häufig die Frage, ob ältere Vermessungswerke benutzt werden können oder nicht. Wo eine auf Triangulation beruhende Landesvermessung besteht, kann man diese benutzen und dadurch Kosten und Zeit der Gesamtaufnahme sparen. Wo aber nur ältere Forstkarten vorhanden sind, ist eine genaue Prüfung derselben notwendig, ehe man sich für deren Beibehaltung entscheidet. Fehlerhafte Karten erschweren die künftigen Vermessungsnachträge derartig, daß man oft besser tut, anfänglich die Kosten einer Neuaufnahme nicht zu scheuen.

B. Taxatorische Vorarbeiten.

§ 58. Aufgabe dieser Vorarbeiten, der sogenannten Forstabschätzung, ist die Untersuchung aller inneren Waldverhältnisse, die auf den gegenwärtigen Ertrag des Waldes Einfluß haben oder für die Berechnung des künftigen Ertrages wichtig sind.

Die Forstabschätzung hat es daher zu tun mit der Ermittelung der Standorts-, der Bestands-Verhältnisse und der bisherigen Erträge und Kosten.

1. Standortsverhältnisse.

§ 59. Die Güte des Standortes wird bedingt durch das Klima, durch das Gelände, durch den Boden. Von den Eigenschaften des Standortes hängen ab die Wahl der Holzart, der Betriebsart, teilweise auch der Umtriebszeit. Die Erforschung der Standortsfaktoren ist daher sehr wichtig. Standortsbeschreibung und Standortsbonitierung liefern die Unterlagen für die richtige Wahl der Holz- und Betriebsart, sowie der Umtriebszeit, und für die Berechnung der normalen Ertragsfähigkeit einer Betriebsklasse.

In der Hauptsache kann hier verwiesen werden auf die diesem Handbuch unter III beigegebene Abhandlung über Standortslehre [1]). Nur im einzelnen Falle kann darüber entschieden werden, bis zu welcher Ausführlichkeit mit der Standortsbeschreibung gegangen werden soll.

Auch die beste Beschreibung des Bodens, des Geländes und des Klimas vermag nicht die von diesen Faktoren abhängige Ertragsfähigkeit oder Standortsbonität in bestimmten Zahlen auszudrücken. Um letztere zu gewinnen, führt man die unendlich verschiedenen Bonitäten auf eine mehr oder weniger beschränkte Anzahl von Klassen zurück und mißt die Ertragsfähigkeit als Resultat vieler, unsicher zu ermittelnder Faktoren durch den Ertrag selbst mittelst der Holzzuwachs- oder Ertragstafeln.

Dabei kann man ausgehen vom laufenden Zuwachs oder vom Haubarkeits-Durchschnittszuwachs. Wäre das Alter der Haubarkeit nicht eine wechselnde, daher im voraus nie sicher zu bestimmende Größe, so würde sich letzteres Verfahren deshalb empfehlen, weil es bei der Ertragsregelung besonders darauf ankommt, die Haubarkeitserträge zu bestimmen.

Meist nimmt man fünf Güteklassen für die Standortsbonität an und bezeichnet die beste mit I, die schlechteste mit V. Zwischenstufen schieben sich leicht ein. Soll die Rechnung mit reduzierten Flächen durchgeführt werden, dann empfiehlt es sich am meisten, die beste Bonität mit 1 zu bezeichnen, die übrigen aber in Dezimalen auszudrücken, so daß 10 Klassen entstehen, deren schlechteste 0,1 ist.

Zu unterscheiden sind normale und konkrete Bonität. Unter ersterer

1) Zu vergl. auch: „Anleitung zur Standorts- und Bestandsbeschreibung beim forstlichen Versuchswesen.“ Diese Anleitung wurde von den deutschen forstlichen Versuchsanstalten 1874 in Eisenach vereinbart und 1911 erneuert (Verlag von J. Neumann-Neudamm).

versteht man die einem gewissen Standorte für die gewählte Holzart, Betriebsart und Umtriebszeit entsprechend h ö c h s t e , unter letzterer jene, die der Standort infolge verschiedener auf ihn einwirkender äußerer Einflüsse wirklich besitzt. Normale und konkrete Bonität können übereinstimmen oder nicht. Letzteren Falles kann man die konkrete Bonität auch abnorme nennen. Diese hat der Standort häufig infolge wirtschaftlicher Fehler, z. B. Streunutzung, langdauernde räumige Stellung von Althölzern bei natürlicher Vorverjüngung usw., oder infolge natürlicher, ungünstiger Verhältnisse oder Ereignisse, z. B. Versumpfungen, zu lichte Stellung des Bestandes durch Wind- oder Schneebruch, Waldbrand usw.

§ 60. Für die Ertragsregelung allein ist die S t a n d o r t s b o n i t i e r u n g nur von untergeordnetem Wert, da sie sehr unsicher ist; größerer Wert ist auf die Bestandsbonitierung zu legen. Immerhin können wir jene aber nicht entbehren, weil wir sie zur Waldbeschreibung, zur Ermittelung des Grundkapitales, zur Berechnung des normalen Zuwachses und Vorrates brauchen. Auch Grundsteuer-Abschätzungen, Waldwertrechnungen brauchen sie, weil die Ertragsfähigkeit des Bodens von bedeutendem Einfluß auf dessen finanziellen Wert ist.

2. Bestandsverhältnisse.

§ 61. Eine genaue Ermittelung der Bestandsverhältnisse ist von größter Wichtigkeit, denn sie lehrt uns die Hiebsreife des einzelnen Bestandes, die Ertragsfähigkeit des ganzen Waldes kennen, sie gibt uns die Unterlagen zur richtigen Wahl der Betriebsarten und Umtriebszeiten, soweit diese Wahl überhaupt durch die inneren Waldzustände bedingt ist. Im Bestande selbst spricht sich der Standort aus, wenn nicht Wirtschaftsfehler oder Naturereignisse störend eingegriffen haben.

Als Vorbereitungsarbeiten müssen der Bestandsbeschreibung vorausgehen alle jene Untersuchungen, die zur Aufstellung von Ertragstafeln nötig sind, die Wahl der Ertragstafeln selbst, die Bestimmung der Massengehalte der ortsüblichen Raummaße. Wir verweisen bezüglich dieser Arbeiten auf die Abhandlung über Holzmeßkunde unter XII dieses Handbuchs.

Die Bestandsbeschreibung selbst hat sich zu erstrecken auf: Betriebsart, Holzart, Bestockungsgrad, Alter, Entstehung, Masse, Massen-, Qualitäts- und unter Umständen auch Teurungs-Zuwachs, auf Vorrats- (Holz-) und Grundkapital. Die verschiedenen Betriebsarten setzen wir hier als bekannt voraus, bezüglich der Massen- und Zuwachsermittelungen können wir auf die Abhandlung XII dieses Handbuchs über Holzmeßkunde, bezüglich des Weiserprozents, des Vorrats- und Grundkapitals auf diejenige über X. Waldwertrechnung und Forststatik, bezüglich der übrigen Faktoren: Qualitäts- und Teurungs-Zuwachs usw. auf die §§ 8 und 9 dieser Abhandlung verweisen.

§ 62. H o l z a r t. Für reine Bestände genügt die einfache Angabe der sie bildenden Holzarten.

Für gemischte Bestände muß der Grad der Einmischung jeder Holzart angegeben werden. Entweder kann man sich zu diesem Zwecke bestimmter Ausdrücke, wie z. B. „einige", „mit", „und" etc., bedienen, oder man drückt, was sich mehr empfiehlt, den Mischungsgrad in Dezimalen aus.

Die Beschreibung eines Bestandes, der annähernd gleichviel Buchen und Tannen enthält, würde z. B. lauten: 0,5 Bu., 0,5 Ta. Ein in den Ziffern entsprechender Menge aus Fichten, Tannen und Buchen gemischter Bestand wäre zu beschreiben: 0,6 Fi., 0,3 Ta., 0,1 Bu.

Sehr geringe, weniger als 0,1 betragende Einmischungen können unberücksichtigt bleiben oder mit dem Ausdruck „einige" bezeichnet werden. Unter Umständen,

wenn es sich um sehr wertvolle Bäume handelt, z. B. um einige alte Eichen, kann es erwünscht sein, die Stammzahl anzugeben.

Die Form der Einmischung kann durch Ausdrücke wie „einzeln", „horstweis", „truppweis", „streifenweis", „reihenweis" angegeben werden.

z. B. 0,6 Fi., 0,3 Ta. einzeln und truppweis, 0,1 Bu. einzeln.

Oft ist bei der Mischung besonders anzugeben, ob sie eine bleibende oder vorübergehende ist, ob sie eine besondere forstwirtschaftliche Bedeutung hat, wie z. B. Boden- oder Bestands-Schutzholz.

§ 63. Der Bestockungsgrad eines Bestandes wird am besten in Zehnteilen der gleich 1 gesetzten Vollbestockung angesprochen. Letztere ist zwar kein mathematisch genauer Begriff, immerhin gewähren solche Zahlen doch ein deutlicheres Bild als die sehr unbestimmten Ausdrücke gedrängt, räumlich und dergl. Bei mangelhafter Bestockung ist neben der Zahl anzugeben, ob der Bestand im allgemeinen lückig ist oder ob mehrfach größere Lücken (Bruchlöcher) vorhanden sind.

Besondere Bestandsformen, Blenderschläge, Oberholz im Mittelwald und dergl. können für die Bestandsbeschreibung besondere Ausdrücke nötig machen.

Die nicht bestockten Flächen werden als „unbestockt", „holzlos" oder als „Blößen" bezeichnet. Man versteht unter einer Blöße eine zum Holzboden gehörige Fläche, die kein, oder nur so wenig älteres oder jüngeres Holz enthält, daß ein Neuanbau erfolgen muß. Bleibende Blößen sollen in einer geregelten Forstwirtschaft nicht vorkommen, denn bleibend holzleere Flächen werden zum Nichtholzboden gerechnet. In der Hauptsache werden die Blößen nur durch kahl abgetriebene Schläge, durch frühere Nichtholzbodenflächen, die mit Holz angebaut werden sollen, durch zu gleichem Zweck angekaufte oder eingetauschte Feld- oder Wiesenflächen, oder durch Flächen gebildet, die schweren Waldschäden unterlagen. Es empfiehlt sich hierfür die Bezeichnung: Blöße (Schlag v. J. 1900) oder Blöße (alter Holzlagerplatz) etc.

Als Uebergangsformen vom Bestand zur Blöße erscheinen noch unvollkommen bestockte Flächen, welche man in Sachsen Räumden nennt. Es sind dem Holzboden angehörige, mit jüngerem oder älterem Holze unvollständig bestockte Flächen. Zu unterscheiden sind bleibende und vorübergehende Räumden. Erstere sind Folge bleibend ungünstiger Standortsverhältnisse (Felsengerölle, nicht zu entwässernde Sümpfe, Hochlagen etc.). Letztere können durch Elementarereignisse, Mißraten von Kulturen und dgl. hervorgerufen worden sein. Die Bestandsbeschreibung muß daher bei jeder Räumde angeben, ob sie eine bleibende oder vorübergehende sei, ebenso das ungefähre Alter des auf ihr wachsenden Holzes.

Es empfiehlt sich, den seit alter Zeit eingebürgerten Begriff der Räumden ganz fallen zu lassen, nämlich die vorübergehenden Räumden entweder zu den Blößen oder zu der geringsten Bestandsbonität zu zählen, die bleibenden Räumden dagegen entweder zu dem Nichtholzboden zu rechnen oder aus ihnen eine besondere Betriebsklasse zu bilden. Letzteres z. B. in den Hochgebirgen mit jenen unvollständig bestockten Flächen, die den Uebergang von der Waldregion zum waldlosen Gebiet bilden. Aehnlich verhält es sich auch mit manchen Hochmooren, die nicht entwässert werden können, ader doch noch einigen Holzertrag gewähren. An ähnlichen Vorschlägen in der Literatur fehlt es nicht [1]).

§ 64. Bestandsalter. Eine mathematisch genaue Altersermittelung der Bäume und Bestände ist nur dann nötig, wenn man Unterlagen für Aufstellung von

1) Zu vergl. u. a. Neumeister, „Altersklassenverhältnis und Umtrieb." Thar. f. J. 30. Bd. S. 29 ff. — Lommatzsch, „Ueber den Begriff der Räumden." Thar. f. J. 31. Bd. S. 222 ff.

Ertragstafeln oder andere wissenschaftliche Untersuchungen gewinnen will. Für die Berechnung des Altersklassenverhältnisses, für die Bonitierung und für die annähernde Bestimmung der wahrscheinlichen Abtriebszeit eines Bestandes kann man sich zwar mit weniger genauen Ermittelungen begnügen, immerhin ist aber nicht zu übersehen, daß die gewöhnliche Auszählung der Jahresringe in Stockhöhe und Schätzung der im Stock enthaltenen Ringe leicht zu Irrtümern führen kann.

Die Altersbestimmung am Einzelbaum erfolgt am besten, wenn man den Stock in der Art schräg durchsägt, daß der Schnitt womöglich die einjährige Pflanze trifft. Die schiefe Schnittfläche läßt die Ringe deutlicher, nämlich breiter, hervortreten. Doch genügt auch meist die Führung eines Schnittes, der die Baumachse beziehungsweise Stockachse senkrecht trifft. Die Schnittfläche ist zu glätten, auch empfiehlt es sich, namentlich bei Laubhölzern, die Jahrringe durch Befeuchten mit farbigen Flüssigkeiten (verdünnter Alizarintinte, mit Anilin gefärbtem Spiritus etc.) oder durch Bereiben mit etwas Erde deutlicher sichtbar zu machen. Die Zählung der Längstriebe ist nur bei manchen Nadelhölzern, namentlich Kiefern, und im allgemeinen nur in jüngerem Alter möglich, in höherem Alter dagegen auch bei diesen Holzarten nicht mehr ausführbar.

In gleichalten oder annähernd gleichalten Beständen, über deren Entstehungszeit sichere Nachrichten nicht vorliegen, erfolgt die Altersbestimmung wie bei einzelnen Bäumen einfach durch Untersuchung mehrerer Probestämme. Als letztere wählt man nach der Kreisfläche berechnete, arithmetische Mittelstämme.

Bei bedeutenden Altersdifferenzen sind deren Grenzen in der Beschreibung anzugeben, und ist der Bestand jener Altersklasse zuzuschreiben, der er nach seinem wirtschaftlichen Charakter angehört. Unsicher bleibt eine solche Bestimmung zwar immer, allein es ist auch ziemlich gleichgültig, ob ein solcher Bestand um 10 oder 20 Jahre zu jung oder zu alt angesprochen wird. Sind einzelne ältere oder jüngere Horste eingesprengt, die nicht als besondere Bestände ausgeschieden werden, weil sie die Größe von 0,1 ha nicht erreichen, so ist dies besonders zu erwähnen, ebenso muß es geschehen, wenn einzelne für einen doppelten Umtrieb übergehaltene ältere Bäume vorhanden sind, oder wenn im Altholze sich Nachwuchs von wirtschaftlicher Bedeutung entwickelt hat.

Selbst bei gleichalten Beständen kann es ausnahmsweise nötig sein, denselben ein „wirtschaftliches“ Alter anstatt des wirklichen zuzuschreiben. Eine verbuttete Vollsaat, der nicht durch rechtzeitige Läuterung oder Durchforstung nachgeholfen wurde, oder ein Unterwuchs, der sich unter langjährigem Drucke befunden hatte und den man trotzdem überhalten zu können glaubt, oder eine verbissene Kultur, sind vielleicht schon 30 Jahre alt, gehören jedoch ihrem wirtschaftlichen Charakter nach noch zur jüngsten Altersklasse. Immerhin läßt sich darüber streiten, ob es überhaupt gerechtfertigt ist, an Stelle des wirklichen ein wirtschaftliches Alter zu setzen, das vielleicht die spätere Znkunft zu falschen Schlüssen verleitet.

In Verjüngungsklassen bedarf es einer besonderen Angabe des Alters für Altholz und Nachwuchs.

Mit der Berechnung eines mittleren Bestandesalters oder Massenalters für ungleich alte Bestände hat sich die forstliche Literatur mehrfach beschäftigt [1]). Man versteht unter einem solchen Massenalter eines ungleichalterigen

---

1) Karl, C. Heyer, Smalian, Guimbel u. a. — Zu vergl. Karl, „Ausführliche Abhandlung über die Ermittelung des richtigen Holzbestandalters und dessen Einfluß auf die Forstertragsberechnungen“. 1847. — G. Heyer, „Ueber die Ermittelung der Masse, des Alters und des Zuwachses der Holzbestände“. 1852, sowie dessen Abhandlung: „Ueber die Bestimmung

Bestandes dasjenige Alter, das ein gleichalteriger Bestand erreicht haben müßte, um die nämliche Holzmasse zu ergeben, die der ungleichalterige Bestand besitzt.

Hat man eine für die gegebenen Standorts- und Bestandsverhältnisse passende Ertragstafel, so braucht man nur die Hauptbestandsmasse der Flächeneinheit des ungleichalterigen Bestandes zu ermitteln und findet in dem dieser Masse zugehörigen Alter der Tafel sein mittleres Bestands- oder Massenalter.

Ein ungleichalteriger Bestand, für dessen Standort die Ertragstafel des § 5 paßt, und dessen Masse des Hauptbestandes 680 fm beträgt, würde ein solches Alter von 100 Jahren haben.

Mit Hilfe des Durchschnittszuwachses findet man das mittlere Alter eines ungleichalterigen Bestandes, wenn man die Masse desselben durch die Durchschnittszuwachse seiner Altersstufen dividiert.

Beträgt die Masse des ungleichalterigen Bestandes M, sein Durchschnittszuwachs Z, so ist sein mittleres Alter $A = \frac{M}{Z}$. Enthält dieser Bestand drei zu unterscheidende Altersstufen mit den Massen m, m′ und m″, deren Alter a, a′ und a″ sei, so ist der Durchschnittszuwachs jeder einzelnen Altersstufe $\frac{m}{a}, \frac{m'}{a'}, \frac{m''}{a''} = z, z', z''$. $Z = z + z' + z''$ und $M = m + m' + m''$. Folglich ist $A = \frac{m + m' + m''}{z + z' + z''}$.

Ein Bestand enthalte drei Altersstufen, eine 100jährige mit 2000, eine 60jährige mit 1200 und eine 50jährige mit 800 fm, so ist sein Massenalter

$$A = \frac{2000 + 1200 + 800}{\frac{2000}{100} + \frac{1200}{60} + \frac{800}{50}} = 71,4 \text{ Jahre.}$$

Lassen sich die den einzelnen Altersstufen zugehörigen Flächen ermitteln, so kann man auch in ganz ähnlicher Weise ein Flächenalter berechnen, indem man die Summe der Produkte aus den einzelnen Altern und ihren Flächen durch die Summe der Flächen dividiert. Sind letztere jedoch wirklich getrennt, so ist es viel richtiger, dieselben als besondere Bestände auszuscheiden.

Für die Zwecke der Ertragsregelung halten wir die Berechnung mittlerer Bestandsalter für überflüssig, sobald es sich nur um Kahlschlagbetrieb oder Blenderschlagbetrieb mit kurzem, 10—20 jährigem Verjüngungszeitraum handelt. Notwendig oder wünschenswert kann sie werden für den Blenderschlagbetrieb mit langem, 30 bis 50 jährigem Verjüngungszeitraum oder dann, wenn man bei der Ausscheidung der Bestände sehr oberflächlich verfährt.

Im ungeregelten Blenderwalde gibt es ein Bestandsalter eigentlich gar nicht, es genügt die Angabe der Grenzen der Altersabstufungen. In mehr oder weniger geregelten Blenderwäldern treten wenigstens die § 22 und § 25 angegebenen Altersklassen etwas schärfer hervor und erleichtern die Einschätzung und Beschreibung der Bestände.

Im Mittelwald ist die Altersangabe nach Ober- und Unterholz getrennt zu halten. Letzteres bestimmt die Klasse (Mittelwaldklasse, § 21 und § 24.) Für das Oberholz sind die Grenzen der vorhandenen Altersstufen anzugeben.

Im Niederwalde kann das wirkliche Alter der Bestände fast immer nach der Zeit des letzten Schlages leicht und genau gefunden werden.

§ 65. Entstehung der Bestände. Könnten wir von jedem Bestande die Geschichte seiner Entstehung, also die Art seiner Begründung, die für ihn angewen-

---

des mittleren Alters ungleichaltriger Holzbestände" in Suppl. d. A. F. u. J.-Z. IV. Bd. 1862. S. 30 ff. — C. Heyer, „Die Waldertrags-Regelung". 2. Aufl. 1862, S. 108 und 3. Aufl. 1883, S. 154 ff. — Baur, „Die Holzmeßkunde. Anleitung zur Aufnahme der Bäume und Bestände nach Masse, Alter und Zuwachs". 3. Aufl. 1882, S. 413 ff. und 4. Aufl. 1891, S. 425 ff.

deten Maßregeln der Bestandspflege, etwaige Unglücksfälle, die ihn getroffen haben, genau nachweisen, so wäre das ein großer Gewinn, denn wir erlangten dadurch die Möglichkeit, die Erfolge früherer wirtschaftlicher Maßregeln oder Folgen früherer Ereignisse sicherer zu beurteilen als ohne dergleichen geschichtliche Nachweise. Es kann und soll daher Aufgabe der Bestandsbeschreibung sein, derartige geschichtliche Notizen zu sammeln und in den Akten niederzulegen.

§ 66. Die Bestandsbonitierung hat den Zweck, für die Bestandsbeschreibung eine kurze Bezeichnung durch eine Zahl zu geben, welche die Güte des Bestandes ausdrückt.

Alles kann man in dieser Zahl natürlich nicht wiedergeben. In der einem bestimmten Alter entsprechenden Holzmasse des Bestandes besitzen wir jedoch zur Begründung einer solchen Zahl einen sehr wertvollen Faktor, denn diese Masse ist das Produkt aus Alter und Zuwachs, letzterer ist aber wiederum abhängig vom Standort und von der früheren Behandlung des Bestandes selbst. Diese Zahl ist die Bestandsbonität.

Die Bonitierung der Bestände kann, wie die des Standortes, mit Hilfe von Ertragstafeln oder mit Hilfe des Haubarkeits-Durchschnittszuwachses erfolgen.

Soll die Bonitierung mit Ertragstafeln vorgenommen werden, so bildet man für die zahlreichen Bonitätsverschiedenheiten eine beschränkte Anzahl von Bonitätsklassen, meist 5, und für jede dieser Klassen gilt eine besondere Tafel. Letztere braucht nur das Alter und die Masse des Hauptbestandes anzugeben. Sind für vollständige Ertragstafeln auch über den Zwischenbestand Angaben mindestens sehr erwünscht, so bedürfen doch sogenannte Bonitierungstafeln einer solchen Angabe nicht. Dabei ist nicht zu übersehen, daß in der für ein gewisses Bestandsalter angegebenen Masse des Hauptbestandes auch jene Bäume mit enthalten sind, die im späteren Alter den Zwischennutzungen zufallen.

Drückt man bei 5 Klassen die einzelnen Bonitätsklassen durch Ziffern aus, so wäre es am richtigsten, die geringste Bonität mit 1, die beste mit 5 zu bezeichnen, damit dem höchsten Ertrag auch die höchste Ziffer entspricht. In der Praxis verfährt man indessen wohl fast allgemein noch umgekehrt. Für eine feinere Bonitierung der Bestände im Sinne der Bestandswirtschaft ist es zweckmäßig, 10 Klassen anzunehmen.

Natürlich ist es notwendig, für jede Holzart besondere Bonitätstafeln zu haben, ja es kann sogar wünschenswert sein, für dieselbe Holzart zur Anwendung in verschiedenen Regionen ihres Verbreitungsbezirkes (z. B. höhere Gebirgslagen, Vorberge, Ebenen) besondere Tafeln aufzustellen, sogenannte Lokalertragstafeln. Dieses an sich richtigste Verfahren wird jedoch dadurch unpraktisch, daß dabei für größere, verschiedene Regionen umfassende Waldgebiete ein verschiedener Maßstab zum Zwecke der Bonitierung entsteht, wodurch der Ueberblick über das Bonitätsverhältnis des Ganzen verloren geht. Um dies zu vermeiden, wählt man gewöhnlich für die Waldungen eines Besitzers denselben Maßstab, d. h. allgemeine und nicht lokale Tafeln. Es kann dies auch geschehen, wenn man bei weiterer Anwendung derselben, z. B. zur Veranschlagung künftiger Erträge, nicht übersieht, daß ein junger Bestand nicht notwendig während seiner ganzen Lebensdauer in der Bonitätsklasse zu bleiben braucht, in die er jetzt geschrieben worden ist. Im deutschen Forst- und Jagdkalender sind Ertragstafeln von einigen Hauptholzarten angegeben, die tunlichst den neueren Untersuchungen der forstlichen Versuchsanstalten Rechnung tragen. Ebenso sind hervorzuheben die schon in 2. Auflage (1909) erschienenen Tafeln zu Bonitierung und Ertragsbestimmung von Eberhard, die sich auf die Ertragsuntersuchungen von Lorey, Weise, Eberhard und Wim-

menauer für die wichtigsten Holzarten stützen und dieselben in graphischen Tafeln zu einfachstem praktischem Gebrauche wiedergeben. Die nachstehende Bonitätstafel gründet sich auf Loreys Untersuchungen für die Fichte, wobei die schlechteste Bonität mit 1 und die beste mit 5 bezeichnet worden ist[1]).

Ein 60jähriger Bestand, der beispielsweise abgerundet 330 bis 470 fm Masse enthält, würde hiernach der 3. Bonität angehören.

Die jüngeren Bestände, namentlich Kulturen, kann man allerdings nicht nach ihrer Masse ansprechen. Bei solchen wird sich die Beurteilung auf die allgemeinen Wuchsverhältnisse, namentlich auf den Höhenwuchs, stützen müssen. In Beständen gleicher Bonität ist der laufend jährliche Massenzuwachs, wie namentlich Baur[2]) für die Fichte nachgewiesen, proportional dem laufend jährlichen Höhenwuchs, es müssen sich also die Massen zweier verschieden alter, aber gleichen Bonitäten angehöriger Bestände wie ihre Höhen erhalten. Inzwischen hat es sich als zulässig erwiesen, daß man auch bei anderen Holzarten die Bonitierung einfach nach der Scheitelhöhe vornehmen kann.

Alter	1. Bon.	2. Bon.	3. Bon.	4. Bon.	5. Bon.
Jahre	Festmeter				
10	8	14	20	30	40
20	18	37	60	99	140
30	36	72	112	185	265
40	65	118	177	291	416
50	103	180	267	408	591
60	153	258	370	535	733
70	217	345	473	650	845
80	284	418	563	737	940
90	333	477	638	816	1023
100	370	525	698	885	1095
110	400	565	746	943	1160
120	425	600	790	1000	1218

Hat man einmal bestimmte Bonitätstafeln gewählt, so ist das Geschäft der Bonitierung für Kahlschlagbetrieb und Niederwaldbetrieb ein sehr einfaches. Im Blenderschlagbetrieb bereitet die Verjüngungsklasse einige Schwierigkeiten, denn die Güte eines solchen Bestandes steht in gar keinem Verhältnis zu seiner Holzmasse. Und doch gibt es ganz gewiß gute, mittlere und schlechte Bestände, die dieser Klasse angehören. Empfehlenswert ist es deshalb, die konkrete Standortsbonität an Stelle der des Bestandes treten zu lassen, bezüglich des letzteren jedoch im Wirtschaftsplan zu bemerken, wie der Zustand des Altholzes und der des Nachwuchses beschaffen sei.

Auch im Mittelwalde ist ähnlich wie in der Verjüngungsklasse eine Bonitierung lediglich nach der Masse nicht gut ausführbar, weil der Betrag des Oberholzes ein viel zu schwankender ist. Etwas sicherer ist die Beurteilung des Unterholzes nach der Masse, obgleich auch diese von dem veränderlichen Oberholze abhängig ist. Deshalb empfiehlt es sich auch hier, die konkrete Standortsbonität zu wählen, die sich in den allgemeinen Wachstumsverhältnissen des Bestandes ausspricht. Sicher ist eine solche Bonitätsziffer allerdings nicht, immerhin aber doch besser als gar keine; denn man müßte es als einen Mangel der Schätzungsarbeiten betrachten, wenn aus ihnen nicht einmal zu ersehen wäre, ob man es mit guten oder mit schlechten Mittelwaldbeständen zu tun hat.

1) Zu vergl. Anmerkung 1) bei § 5.

2) Baur, „Die Fichte in bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form." 1876.

Aehnliches gilt auch für den Blenderwald.

Blößen können selbstverständlich nur einer Standortsbonitierung unterliegen. Den Räumden ist ebenfalls ihre Standortsbonität beizuschreiben, da die Ursachen der Entstehung von Räumden sehr verschieden sind; denn es können Räumden infolge verunglückter oder schlechter Wirtschaftsmaßregeln auch auf einem ganz guten Standorte vorkommen.

Die Bonitierung der Bestände nach dem Haubarkeits-Durchschnittszuwachs bietet für manche Methoden der Ertragsregelung große Vorteile, so vereinfacht sie wesentlich die Reduktion der Flächen auf eine Bonität. Ein sehr beachtenswerter Mangel einer solchen Bonitierung ist aber der, daß man schon bei den taxatorischen Vorarbeiten Entscheidung über das künftige Haubarkeitsalter der einzelnen Bestände treffen muß, da die Größe des Durchschnittszuwachses sich mit diesem Alter ändert. Der gegenwärtige, wirkliche Zustand eines Bestandes hat bei dieser Bonitierung nur die Bedeutung einer Hilfsgröße für die Schätzung des einst zu erwartenden Haubarkeits-Durchschnittszuwachses. Während bei der Bonitierung nach Bonitätsklassen die Frage eine offene bleibt, ob ein jetzt z. B. der 3. Klasse unserer Ertragstafel zugeschriebener junger Bestand von 10—20 Jahren in seinem 100. Jahre wirklich 698 fm geben wird oder nicht, setzt bei der Annahme eines 100jährigen Umtriebes die Bonitierung mit 6,98 fm Haubarkeits-Durchschnittszuwachs das Eingehen eines solchen Ertrages im hundertsten Jahre voraus.

Man mag die Bestandsbonitierung nach Klassen oder nach dem Durchschnittszuwachs vornehmen, in beiden Fällen kann man, wie bei der Bonitierung des Standortes, normale und konkrete Bonität unterscheiden. Erstere ist diejenige, die ein Bestand als die seinem Standorte und Alter entsprechend höchste haben müßte. Sie fällt also mit der für gegebene Verhältnisse der Betriebsart und Holzart geltenden konkreten Standortsbonität zusammen. Die konkrete Bonität eines Bestandes ist dagegen jene, die der Bestand wirklich besitzt. Diese kann niemals über, häufig jedoch unter der normalen stehen.

3. Reduktion auf eine Bonität.

§ 67. Manche Methoden der Ertragsregelung fordern die Reduktion der Flächen der einzelnen Bestände oder Altersklassen auf eine Bonität, um diese Flächen gleichwertig zu machen. Eine solche Reduktion kann nach verschiedenen Rücksichten erfolgen. Entweder kann man der Rechnung die Standorts- oder die Bestandsbonität zugrunde legen, in beiden Fällen ferner entweder die normale oder die konkrete Bonität. Die Rechnungsform bleibt dabei dieselbe, deshalb sei im folgenden auch nur das eine Verfahren geschildert, und zwar das der Reduktion nach der konkreten Standortsbonität, da es das gewöhnlich übliche ist.

Wendet man solche Bonitätstafeln an, bei denen sich die Erträge der einzelnen Klassen verhalten wie die ihnen entsprechenden Ziffern, so gestaltet sich die Rechnung sehr einfach, am einfachsten, wenn man die beste Bonität mit 1 bezeichnet, die geringeren in Dezimalen ausdrückt. Auch mit Hilfe des Haubarkeits-Durchschnittszuwachses läßt sich die Rechnung leicht durchführen. Eine genaue Reduktion mit Hilfe von Bonitätstafeln, wie sie in § 66 mitgeteilt wurden, kann nur durch Anwendung der Massen als Rechnungsfaktoren erfolgen, ist also ziemlich umständlich.

Die Reduktion mag nun auf diese oder jene Weise geschehen, so kann man fordern, daß die Summe der einzelnen reduzierten Flächen gleich der wirklichen Flächensumme der Betriebsklasse sei, oder auch von dieser Forderung absehen. Ersteren Falles muß auf die geglichene (geometrisch mittlere) Bonität reduziert werden,

letzteren Falles kann zur Reduktion jede beliebige Bonität dienen. Für die praktische Anwendung kann eigentlich nur der zweite Fall in Frage kommen.

Begnügen wir uns hier mit der Besprechung der Reduktion nach einer Ertragstafel, welche die beste Bonität gleich 1 setzt, die schlechteren in Dezimalen von 0,9 bis 0,1 ausdrückt!

Soll die Summe der einzelnen reduzierten Flächen gleich der wirklichen Fläche der Betriebsklasse sein, also auf die geglichene Bonität reduziert werden, so ist zunächst letztere zu berechnen. Dies geschieht, indem man die einzelnen Flächen mit ihren Bonitätsziffern multipliziert und die Summe der so gefundenen Produkte durch die Fläche der Betriebsklasse dividiert.

Die reduzierte Fläche des Einzelbestandes oder Wirtschaftsteiles berechnet sich dann nach dem umgekehrten Verhältnisse zwischen seiner Bonität und der geglichenen.

Beispiel. Ein 200 ha großer Niederwald im 20jährigen Umtriebe enthalte a) 50 ha mit Bonität 1, b) 20 ha mit Bonität 0,7, c) 100 ha mit Bonität 0,5, d) 30 ha mit Bonität 0,2.

Geglichene Bonität: $\frac{50 \,.\, 1 + 20 \,.\, 0{,}7 + 100 \,.\, 0{,}5 + 30 \,.\, 0{,}2}{200} = 0{,}6.$

Betrag der einzelnen reduzierten Flächen:

a) 0,6 : 1,0 = 50 : x, hieraus x = 83,33 ha
b) 0,6 : 0,7 = 20 : x, „ x = 23,33 „
c) 0,6 : 0,5 = 100 : x, „ x = 83,34 „
d) 0,6 : 0,2 = 30 : x, „ x = 10,00 „
Summe 200,00 ha.

Der reduzierte Jahresschlag wäre in diesem Falle $\frac{200}{20} = 10$, und die Fläche des wirklichen Schlages würde sich ebenfalls nach dem umgekehrten Verhältnis der Bonitäten berechnen, also für

a) 1,0 : 0,6 = 10 : x, hieraus x = 6,00 ha
b) 0,7 : 0,6 = 10 : x, „ x = 8,57 „
c) 0,5 : 0,6 = 10 : x, „ x = 12,00 „
d) 0,2 : 0,6 = 10 : x, „ x = 30,00 „

Sieht man, was für die Anwendung empfehlenswerter ist, von der Forderung ab, daß die reduzierte Gesamtfläche gleich der wirklichen sei, so multipliziert man einfach die Einzelflächen mit ihren Bonitätsziffern, die Summe dieser Produkte gibt die reduzierte Gesamtfläche.

a) 50 . 1,0 = 50 ha
b) 20 . 0,7 = 14 „
c) 100 . 0,5 = 50 „
d) 30 . 0,2 = 6 „
120 ha Summe der reduz. Gesamtfläche.

Reduzierter Jahresschlag $^{120}/_{20} = 6$.
Wirkliche Jahresschläge:

a) 1,0 : 1 = 6 : x, hieraus x = 6,00 ha
b) 0,7 : 1 = 6 : x, „ x = 8,57 „
c) 0,5 : 1 = 6 : x, „ x = 12,00 „
d) 0,2 : 1 = 6 : x, „ x = 30,00 „

Man hat also nur die Fläche des reduzierten Jahresschlages durch die wirkliche Bonität des Bestandes zu dividieren, um den wirklichen Betrag seines Jahresschlages zu finden.

4. Notizen über die künftige Bewirtschaftung.

§ 68. Der Bestandsbeschreibung sind ferner zuzufügen vorläufige Notizen über künftige Wirtschaftsmaßregeln. Bestimmte Vorschriften bezüglich der letzteren sind allerdings erst das Ergebnis sämtlicher Einrichtungsarbeiten, allein es ist eine wichtige Aufgabe der taxatorischen Vorarbeiten, an jeden einzelnen Bestand, an jede zur Waldwirtschaft gehörige Fläche des Holz- oder Nichtholzbodens die Frage zu stellen, was mit ihr innerhalb des nächsten Wirtschaftszeitraumes zu geschehen habe. Diese vorläufigen Einzelvorschriften werden und müssen zwar mancherlei Aenderungen und Anpassungen erleiden, wenn bei der Aufstellung des Wirtschaftsplanes die Rück-

sichten auf das Ganze oder die Rücksichten auf die Abhängigkeit des einen Bestandes von dem anderen maßgebend werden, immerhin sind sie jedoch unentbehrlich.

Derartige Notizen betreffen hauptsächlich die Ernte, Gründung und Pflege der Bestände, sowie anderweite Forstverbesserungen.

Die Fragen der Ernte beziehen sich in erster Reihe auf die Hiebsreife und Hiebsfähigkeit der einzelnen Bestände, sowie auf die Loshiebe (§ 90). Ob ein hiebsreifer und hiebsfähiger Bestand wirklich zum Abtriebe kommen soll oder nicht, darüber entscheidet endlich erst der Hauungsplan, ebenso auch über die Ausführung eines Loshiebes. Mancherlei Umstände, welche diese Entscheidung im einzelnen beeinflussen, lassen sich auf der Bestandskarte nicht darstellen, sind auch nicht ohne weiteres aus der Bestandsbeschreibung zu erkennen, wenn dieser die betreffenden Notizen fehlen. Z. B. können lückige Stellen eines Altholzes, die mit Nachwuchs bestockt sind, gewisse Hiebsmaßregeln (Nachlichtungen) wünschenswert oder nötig machen; ferner kann geboten sein, einzelne Bestände oder Bestandsgruppen zur Erziehung gewisser Sortimente mit dem Hiebe zu verschonen, obgleich sie augenblicklich erntereif und hiebsfähig sind.

Bezüglich der Bestandsgründung sind Notizen über Wahl der Holzart, Wahl der Begründungsmethode, ebenso über die Notwendigkeit von Ausbesserungen zu geben. Letztere setzt man am besten in Bruchteilen oder Prozenten der fraglichen Kulturfläche an, da erstens zur Zeit dieser Arbeiten die Größe der Kulturflächen oft noch nicht bekannt ist, und da sich erfahrungsgemäß auf solche Weise die Ausbesserungsbedürftigkeit am leichtesten und sichersten einschätzen läßt.

Bezüglich der Bestandspflege kommen beispielsweise Durchforstungen, Läuterungen, Räumungen von Waldrechtern, Aufastungen in Betracht, bezüglich der Forstverbesserungen überhaupt Wegebau und Entwässerungen. Auch dort, wo der Plan zu einem Wegenetz bereits entworfen oder durchgeführt ist, bleiben immer noch einzelne Fragen übrig, die bei den taxatorischen Vorarbeiten Berücksichtigung verdienen.

Endlich können sich vorläufige Notizen auch auf den Nichtholzboden erstrecken. Eine bessere Abrundung der Grenzen zwischen Holz- und Nichtholzboden kann Aenderung derselben fordern; es kann in Frage kommen, ob eine Nichtholzbodenfläche, z. B. eine Wiese, ein Teich usw., nicht zweckmäßiger Weise dem Holzboden zuzuweisen sei, oder ob nicht andererseits ein Stück des Holzbodens in Feld oder Wiese verwandelt werden müsse.

5. Ermittelung der bisherigen Kosten und Erträge.

§ 69. Den letzten Teil der taxatorischen Vorarbeiten bildet schließlich die Ermittelung der bisherigen Erträge und Kosten. Diese Ermittelungen haben sich zu erstrecken auf den Massen- und Geldertrag der Haupt- und Nebennutzungen, sowie auf die Kosten, und zwar für ganze Reviere oder Betriebsklassen oder einzelne Bestände, unter Umständen auch für die Nichtholzbodenflächen.

Ob und wie weit es möglich ist, mit diesen Ermittelungen das Wünschenswerte zu erreichen, hängt wesentlich von den in früherer Zeit geführten Büchern und Rechnungen ab. Für ganz neue Forsteinrichtungen wird meist nur Ungenügendes geboten sein. Dagegen können allerdings für die späteren Revisionen genügende Unterlagen gegeben werden, wenn die Buchführung wenigstens grundsätzlich eine zweckmäßige ist. Je längere Zeiträume diese Ermittelungen treffen, desto wertvoller werden die gewonnenen Durchschnittsergebnisse.

Der Massenertrag der Hauptnutzungen für ganze Reviere oder Betriebsklassen soll, wenn irgend tunlich, getrennt nach Holzarten (wenigstens Laubholz und Nadel-

holz), nach Derbholz, Reisig und Stockholz, und nach Nutz- und Brennholz für längere Zeit zusammengestellt werden. Wichtig ist ferner die Trennung des Gesamtertrages in End- und Vornutzungen. In gewissen Zeitabschnitten ist auch die Größe der Holzbodenfläche anzugeben. Eine notwendige Ergänzung finden diese Nachweisungen durch Beifügung der Gelderträge, und zwar des jährlichen Rohertrages des Ganzen, der Durchschnittspreise verschiedener Holzarten und Sortimente.

Dasselbe gilt für einzelne Bestände, um ins Einzelne gehende Angaben zu gewinnen. Hier handelt es sich hauptsächlich um folgende Angaben: Größe der Schlag- oder Durchforstungsfläche. Herrschende Holzart, Alter und Bonität des Bestandes. Summarischer Massen- und Geldertrag, soweit tunlich, getrennt nach Holzarten und Sortimenten. Von besonderer Bedeutung ist es, Durchschnittspreise verschiedener Sortimente zu gewinnen.

In ähnlicher Weise sind Nebennutzungen zu behandeln, wo sie von Wichtigkeit sind. Dahin gehören z. B. Massen- und Gelderträge der Gras- oder Streunutzung aus Beständen, von Schneisen usw., Erträge des Waldfeldbaues. — Die Erträge von Nebengrundstücken, welche gar nicht zur Waldwirtschaft gehören, also von eigentlichen Nichtholzbodenflächen, wie Feldern, Wiesen, Teichen, Steinbrüchen, sind getrennt zu behandeln.

Die Kosten zerfallen in allgemeine und besondere sowohl für Haupt- als für Nebennutzungen.

Zu den allgemeinen Kosten, die das ganze Revier treffen, und dem Einzelbestande nur nach dem für die Flächeneinheit durchschnittlich berechneten Betrage zur Last geschrieben werden können, gehören Verwaltungs- und Schutzkosten, gewisse Steuern und Abgaben, ferner die Kosten für Wegebau. Die besonderen Kosten sind diejenigen für Bestandsgründung, für manche Forstverbesserungsarbeiten (z. B. Entwässerungen), für Pflege und Ernte, für gewisse Nebennutzungen (z. B. Harznutzung). Die Kosten für Nebenwege, die nur einzelne Bestände treffen, müssen eigentlich zu den besonderen Kosten gerechnet werden.

Alle Erträge und Kosten sind derartig zusammenzustellen, daß man ermitteln kann: erstens für das ganze Revier die W a l d r e n t e als Differenz aller baren Ausgaben und Einnahmen, und das W a l d k a p i t a l als Summe des Boden- und Vorratskapitales; zweitens für die Einzelbestände jene Unterlagen, die man zur annähernden Berechnung des Weiserprozentes braucht.

C. Ermittelung der allgemeinen, äußeren Forstverhältnisse.

§ 70. Die Ergebnisse jeder Wirtschaft sind abhängig nicht bloß von der Beschaffenheit des Wirtschaftsobjektes selbst, sondern oft auch sehr wesentlich von allgemeinen äußeren Verhältnissen; jede Wirtschaft entwickelt sich folgerichtig aus der Vergangenheit, und die künftige Wirtschaft muß auf der Gegenwart fußen. Die Erforschung aller dieser Verhältnisse und aktenmäßige Darstellung derselben ist also wichtige Aufgabe der Vorarbeiten. Sie haben mit einem Worte den Stoff, die sachlichen Unterlagen für die dem Wirtschaftsplane beizufügende „Allgemeine Beschreibung“ zu sammeln.

Greifen wir aus dieser umfangreichen Ausgabe nur beispielsweise das Wichtigste heraus, so ergeben sich hauptsächlich folgende Gesichtspunkte.

1. Schilderung der t o p o g r a p h i s c h e n V e r h ä l t n i s s e. Zum Teil ergibt sich diese aus der Standortsbeschreibung, soweit letztere die geographische Lage, Gelände und Klima betrifft. Es handelt sich aber ferner um Angabe der Gemeinde-

und Gerichtsbezirke, um allgemeine Schilderung der Grenzverhältnisse, um Angabe besonderer topographischer Merkwürdigkeiten, von Reisenden oft besuchter Orte usw.

2. Die Geschichte des Waldes hat zu erörtern: Die früheren und gegenwärtigen Besitzverhältnisse. Etwaige Wechsel der Betriebssysteme oder Holzarten. Frühere Absatzverhältnisse. Einfluß ehemaliger Berechtigungen auf die Wirtschaft. Naturereignisse, die auf den Waldzustand einwirkten. Ehemalige Forstfrevel und deren Einflüsse. Wesen der früheren Forsteinrichtung.

3. Bezüglich der Eigentumsverhältnisse ist besonders die Art des Eigentumes zu besprechen. Ist dasselbe ein beschränktes oder freies? Ist der Besitzer der Staat, eine Korporation oder ein Privatmann? — Belastung des Forstes durch Berechtigungen. — Rechte des Forstes, wie z. B. Trift- und Flößereirecht, Wegerechte außerhalb des Waldes, Eigentumsansprüche an andere Waldungen usw.

4. Die Schilderung des allgemein wirtschaftlichen Zustandes der Gegend hat sich hauptsächlich zu erstrecken auf die Marktverhältnisse der Gegenwart (holzverbrauchende Gewerbe, Holzbedarf der Gegend, Transportmittel, Handelsverhältnisse, Wettbewerb usw.), auf die Arbeiterverhältnisse (Stand der Löhne Mangel oder Ueberfluß an geschickten Waldarbeitern, Stand des Arbeiterversicherungswesens (Kranken-, Unfall-, Alters- und Invalidenversicherung, sonst bestehende Waldarbeiterunterstützungskassen), Gewohnheiten der Arbeiter), endlich auf Umfang und Art der Forstfrevel. Bezüglich aller der hier angedeuteten Fragen können auch Vorschläge zur Beseitigung oder wenigstens Minderung vorhandener Uebelstände Aufgabe des Forsteinrichters sein.

5. Schließlich können noch anderweite Verhältnisse auf die Wirtschaft Einfluß nehmen, die in der allgemeinen Beschreibung des Waldes nicht übersehen werden dürfen. An erster Stelle stehen hier besondere Anforderungen des Waldbesitzers. Ist es nötig, für eigene, holzverbrauchende Gewerbe oder für Abgaben bestimmte Holzlieferungen zu gewähren? Soll der Wald einen großen Wildstand erhalten? Sollen gewisse Teile des Waldes zum Vergnügen des Besitzers, zur Verschönerung der Gegend dienen (Parkwirtschaft)? Zweitens sind oft sehr wichtig die finanziellen Kräfte des Besitzers, denn diese entscheiden darüber, welche Mittel für Waldkultur, Wegebau, Entwässerungen und dergl. verwendet werden können; manchmal erscheint auch vorübergehend eine besonders starke Holznutzung geboten. Drittens ist zu erörtern, ob vorteilhafte Aenderungen mit dem Forstgrunde selbst vorgenommen werden können, z. B. Abrundung des Besitzes durch Kauf oder Tausch, Umwandlung von Holzland in Feld oder Wiese oder auch umgekehrt. Endlich verdienen die Personalverhältnisse, die Diensteinrichtung Beachtung.

D. Karten und Schriften.

1. Die Karten.

§ 71. Für die Vorarbeiten handelt es sich streng genommen nur um Herstellung vorläufiger Gelände- und Bestandeskarten. Die endgültige Kartierung kann erst nach Vollendung der Waldeinteilung und sämtlicher Vorarbeiten erfolgen. Alle diese Arbeiten greifen jedoch so ineinander, daß es gerechtfertigt ist, sämtliche Karten hier zu besprechen, um das Kapitel über die Karten nicht auseinanderzureißen.

Jede Forsteinrichtung hat zu liefern Grundkarten [1]), Bestandeskarten, Gelände- und Bodenkarten. Andere, wie besondere Hiebszugskarten, Netzkarten usw. halten wir nicht für notwendig.

1) In Sachsen „Spezialkarten“ genannt.

§ 72. Die Grundkarte hat den Zweck, das ganze Vermessungswerk, also Reviergrenzen, Wege, Bäche, Abteilungs- und Bestandsgrenzen usw. genau darzustellen, zur Berechnung der Flächen, zur Instandhaltung des Vermessungswerkes durch die sogenannten Vermessungsnachträge, endlich zu Grenzberichtigungen zu dienen.

Der Maßstab ist dem Zweck entsprechend ein großer, 1 : 2500 bis 1 : 5000. Obgleich für kleinere An- und Verkäufe ein etwas größerer Maßstab notwendig werden kann, genügt für forstliche Zwecke im allgemeinen ein solcher von 1 : 5000. Kartenblätter mit schwarzem Vordruck der Parzellgrenzen, Wege usw. liefert gewöhnlich die allgemeine Landesvermessung (Flurkarten, Katasterkarten . . .). Aus ihnen wird das Grundkartenwerk hergestellt.

Die Grundkarte hat zu enthalten:

1. Die Eigentums- und Parzellgrenzen. Alle Grenzsteine und Grenzpunkte sind genau zu bezeichnen.

2. Das Wege- und Schneisennetz, die Abteilungsgrenzen. Die Abteilungslinien werden zweckmäßig durch zwei feine, schwarze Parallel-Linien bezeichnet, die eine Reihe schwarzer Punkte einschließen. Solche Punkte werden auch auf Wege oder Bäche gezeichnet, sofern sie Abteilungsgrenzen bilden.

3. Die Bestandsgrenzen.

4. Die Sicherheitssteine, wo solche vorhanden sind.

5. Die Nichtholzbodenflächen.

6. Andeutungen über die angrenzenden Grundstücke, deren Besitzer und Kulturart bis auf etwa 100 m Entfernung von der Grenze.

7. Im Titel: den Namen des Revieres, die Größe desselben oder des auf einem Kartenblatt enthaltenen Teiles. Jahr der Aufnahme. In Umschrift: Benennung der angrenzenden Fluren, Nummern der Grenzzeichen, Angabe der angrenzenden Kulturgattungen. Die innere Schrift hat zu geben: Abteilungsnummern, Bestandsbuchstaben. Nichtholzbodenbuchstaben. Nummern der Sicherheitssteine. Buchstaben und Nummern der Wirtschaftsstreifen und Nebenschneisen. Benennung der Wege, Gewässer und besonders wichtiger Pnnkte. Dabei empfiehlt es sich, zum Zwecke der leichteren und sichereren Flächenberechnung an den Wegen deren wirklich gemessene Breite anzuschreiben.

8. Die Geländebildung, womöglich in Form von Höhenkurven. Bei wenig geneigtem Gelände kann der Abstand der Horizontalkurven 5 m, bei steilerem 10 m betragen [1]).

Wo trigonometrische Aufnahme stattgefunden hat, wie es eigentlich stets sein sollte, kann zwar das Allgemeine des Vermessungswerkes im Falle des Verlustes einer Karte stets aus den Vermessungshandbüchern wieder neu hergestellt werden, immerhin empfiehlt es sich jedoch, schon der Einzelaufnahme wegen, zwei Exemplare der Grundkarte zu zeichnen, von denen die eine für den Gebrauch dient, die andere an besonders geschütztem Orte aufbewahrt wird.

§ 73. Die Bestandskarte oder Wirtschaftskarte hat den Zweck, ein übersichtliches Bild von der Form und dem jeweiligen Zustande des Revieres zu geben. Für sie eignet sich ein Maßstab von 1 : 10 000, für Fachwerkswirtschaft genügt auch der Maßstab von 1 : 20 000, der heute meistgebräuchlich ist. Zur Erfüllung ihres Zweckes hat sie folgendes zu enthalten:

---

1) In Hannover hat man die Kurven auf Karten im Maßstab von 1 : 5000, in Baden von 1 : 4000. Die großherzogl. Badensche Dienstanweisung über Vermarkung und Vermessung der Waldungen von 1874 schreibt allgemein einen Vertikalabstand von 6 m vor. Eine eingehende Instruktion über das Zeichnen pp. der sächsischen Spezialkarte gibt Neumeister in der „Forsteinrichtung der Zukunft". 1900, S. 34 ff.

Das Bild der vorhandenen Holz- und Betriebsarten und der Verteilung der Altersklassen. Diesem Hauptzwecke müssen alle anderen Rücksichten nachstehen. Für den Hochwald erhalten die verschiedenen bestandbildenden Holzarten verschiedene Farben, z. B. Fichten schwarz, Buchen grün usw. Die verschiedenen Altersklassen werden durch verschiedene Töne derselben Farbe, und zwar die jüngste Klasse durch den lichtesten, die älteste durch den dunkelsten Ton ansgedrückt. Andere Vorschläge, welche die Altersklassen durch verschiedene Farben und die Holzarten durch aufgedruckte Signaturen bezeichnen wollen, (Hessen), scheinen uns nicht glücklich.

Nieder- und Mittelwald werden der Laubholzbestockung entsprechend am besten grün angelegt und letzterer zweckmäßig mit eingezeichneten Bäumchen vom ersteren unterschieden.

Beigemischte Holzarten können durch Einzeichnung kleiner Bäumchen verschiedener Form und Farbe oder durch kleine, mit Nullenzirkel hergestellte Kreise bezeichnet werden.

Blenderwald wäre mit der Farbe seiner Hauptholzart anzulegen und durch Eintrag bestimmter Zeichen darzustellen.

Blößen bleiben unkoloriert. Räumden ebenfalls, erhalten aber die Einzeichnung kleiner Bäume.

Die Hiebsorte des nächsten Jahrzehntes werden besonders hervorzuheben sein. Dadurch wird die Karte zur „Wirtschaftskarte", da sie nicht allein den gegebenen Waldzustand sondern auch die wirtschaftlichen Absichten der nächsten Zukunft zur Darstellung bringt. Kahlschläge können dabei durch ausgezogene, Naturverjüngungen dagegen durch punktierte, weiße Linien kenntlich gemacht werden.

Nichtholzbodenflächen, Wege, Gewässer, Schneisen und Wirtschaftsstreifen, Grenzen usw. sind ebenso, oder ähnlich, wie in der Grundkarte einzuzeichnen.

Die Schrift wird ähnlich derjenigen der Grundkarte ausgeführt. Nummern der Abteilungen und Buchstaben der einzelnen Bestände sind die Hauptsache. Den Bestandsbuchstaben kann man die Bonitätsziffern beifügen und zwar unten am Buchstaben, wenn der Bestand der jüngeren Hälfte seiner Altersklasse, oben, wenn er der älteren Hälfte angehört.

Auf der dem § 98 beigefügten Karte bedeutet z. B. $1a_2$, daß dieser Bestand im Alter von 1—10 Jahren steht und der zweiten Bestandsbonität angehört[1]).

Die Bestandskarte wird in mehreren Exemplaren angefertigt und bei jeder 10 jährigen Revision erneuert. Deshalb empfiehlt es sich, das voraussichtlich Bleibende der Zeichnung und der Schrift lithographisch oder auf anderem Wege vervielfältigen zu lassen.

§ 74. Gelände- und Bodenkarte. Die Geländekarte soll die Geländeverhältnisse darstellen. Als Vorarbeit ist sie für den Entwurf des Schneisennetzes unentbehrlich. Entweder zeichnet man nur die Horizontalkurven in bestimmten Abständen ein und schreibt die Höhen an, oder sie werden nach der sogenannten Lehmannschen Methode gezeichnet, nur etwas lichter gehalten. Letztere gewährt einen deutlicheren Ueberblick über die gesamten Geländeverhältnisse, erleichtert deshalb den Entwurf des Einteilungsnetzes. — Der Maßstab ist derselbe, wie der der Bestandskarte.

1) Viel vollständigere, in Farbendruck ausgeführte Bestandskarten wurden als Beispiele veröffentlicht in Judeich: „Forsteinrichtung". 6. Aufl. 1904. Ferner in Roßmäßler: „Der Wald". 3. Aufl. herausg. v. Willkomm, 1881, zu dem von Judeich darin verfaßten Kapitel: „Die Arbeit des Forstmannes". Eine eingehende Instruktion zur Herstellung der Bestandskarte gibt Neumeister in der „Forsteinrichtung der Zukunft". 1900, S. 46 ff.

Die Bodenkarte hat den Zweck der bildlichen Darstellung der verschiedenen Gebirgsarten. Sie läßt sich mit der Geländekarte vereinigen, weil die Gebirgsarten durch lichte Farbentöne unterschieden werden können, und weil für diese Karte auch derselbe Maßstab genügt. Auch eine graphische Darstellung der Standortsbonitäten durch punktierte Umgrenzungslinien kann auf ihr Platz finden.

Im Königreich Sachsen gibt die „geognostische Terrainkarte" eine Uebersicht von Gelände, Gebirgs- und Bodenarten und von der Standortsbonitierung. Die Gebirgs- und Bodenarten sind entsprechend farbig ausgetuscht, das Gelände ist nach der Lehmannschen Methode eingezeichnet und die Standortsbonitätsgrenzen sind grün punktiert — die Bonitäten mit römischen Ziffern rot beschrieben —. Auch werden hier für das Hilfspersonal zum Waldgebrauch noch besondere „Uebersichtskarten" aus Lithographien hergestellt, indem der Grenzrand und die Nichtholzbodenflächen ausgetuscht, die Abteilungen, Bestände und Nichtholzbodenflächen beschrieben werden.

2. Die Schriften.

§ 75. Die zu den Vorarbeiten gehörigen Schriften sollen den durch diese Arbeit gewonnenen Stoff in übersichtlicher Weise zusammenstellen. Im weiteren Sinne des Wortes müßte man eigentlich alle zum Zwecke der Zuwachs- und Massenberechnungen geführten Handbücher hierher rechnen. Sehen wir indessen von diesen ab, so handelt es sich in den meisten Fällen nur um das Einrichtungshandbuch, die Standorts-Klassentabelle, die Bestands-Klassentabelle mit Klassenübersicht, die Abnutzungstabelle und das Grenzregister.

Unter Umständen können allerdings noch mancherlei andere Uebersichtstabellen in Frage kommen, z. B. beim Waldfeldbaubetrieb über Kosten und Erträge der landwirtschaftlichen Nebennutzungen, beim Schälwaldbetrieb über Rindennutzung und dergl. mehr.

§ 76. Das Einrichtungshandbuch (Taxationsmanual) ist die Grundlage für alle weiteren Arbeiten, es sind in ihm alle durch die geometrischen und taxatorischen Vorarbeiten gewonnenen Zahlen und Notizen über den forstlichen Waldzustand und alle Bemerkungen über künftige Bewirtschaftung niederzulegen, die man für die späteren Arbeiten zu brauchen gedenkt. Eine tabellarische Form schützt am sichersten gegen das Uebersehen wesentlicher Dinge. Wir empfehlen etwa folgende Fassung [1]): (siehe S. 410)

Das gegebene Beispiel enthält andere Angaben, als für das später der Ertragsbestimmung gewidmete Beispiel gelten, um Verschiedenheiten zu bringen.

§ 77. Die Standorts-Klassentabelle oder Standorts-Tabelle, die eine Uebersicht der Bonitäten des Standortes geben soll, muß für jede Betriebsklasse besonders zusammengestellt werden, da die Standortsbonität eine relative für Holz- und Betriebsart ist.

Nachfolgendes Schema (Seite 411) das sich bezüglich der Zahlenangaben an das im § 98 für die Ertragsbestimmung gegebene Beispiel anschließt, bedarf einer weiteren Erläuterung nicht.

Da den verschiedenen Standortsbonitäten bestimmte Größen des Haubarkeits-Durchschnittszuwachses entsprechen, so ergibt die Tabelle auch die Größe des gesamten, dem Standort entsprechenden Durchschnittszuwachses einer Betriebsklasse oder eines ganzen Revieres. Der wirklich vorhandene Haubarkeits-Durchschnittszuwachs ist natürlich nach Maßgabe der Bonitäten und des Alters der verschiedenen Bestände ein anderer.

---

1) Siehe Neumeister, „Die Forsteinrichtung der Zukunft". 1900, S. 97.

Einrichtungs-Handbuch (Taxations-Manual).

Standort: Grundgebirge Gneis. Nord-West-Hang. Der Boden ist ziemlich flachgründig, frisch und lehmig. Die Bodendecke besteht aus Heidelbeerkraut und Moos.

Bezeichnung	Größe		Holzart etc.	Alter		Bonität		Schluß	Holzmasse	Qualitätsziffer		Zuwachsprozent für das nächste Jahrzehnt		Bemerkungen	Bezeichnung	Ausbesserungsbedürftigkeit		Notizen über die künftige Bewirtschaftung
	ha	a		Jahre	Klasse	Standort	Bestand		auf 1 ha fm	jetzige	nach 10 Jahren	a	b			ha	a	
1 a.	8	50	0,7 Fi. 0,2 Ta. 0,1 Lä.	10	I.	VIII.	8	0,8	.	.	.	.	.	Pflanzung	1a	—	10	Mit Lärche auf einer Lücke.
b.	3	50	Blöße.	.	.	VIII.	.	.	.	.	.	.	.	Schlag vom Jahre 1899	b	.	.	Zur Kultur mit Douglastanne u. Fichte, so daß eine Douglastanne stets von 4 Fichten umgeben ist. Bei den Durchforstungen später hauptsächlich nur Fi. zu entnehmen.
c.	10	25	0,5 Fi. 0,3 Ta. 0,2 Bu.	100	X.	VI.	5	0,5	430 N. 100 L.	8 7	9 7	1,5	1,0	.	c	.	.	Etwa 0,7 der Fläche zum Hieb in zwei Schlägen.
d.	3	—	Fi. Kie. Bi.	35	IV.	VI.	6	0,6		.	.	.	.	.	d	.	.	Zur Durchforstung unter gleichzeitiger Entnahme der Birken.
1.	25	25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	—	10	

Bezeichnung	Holzart, bez. Betriebsart	Standortsklassen 1. Bonität (geringste)		2. Bonität		3. Bonität		4. Bonität		5. Bonität (beste)		Summe		Gebirgs- und Bodenarten Granit		Gneis	
		ha	a	ha	a	ha	a	ha	a	ha	a	ha	a	ha	a	ha	a
1.	Fichten-Hochwald	—	—	13	60	—	—	—	—	—	—	13	60	—	—	13	60
2^{a}.	„	—	—	7	20	—	—	—	—	—	—	7	20	—	—	7	20
2^{bc}.	„	—	—	—	—	12	32	—	—	—	—	12	32	12	32	—	—
3.	„	—	—	—	—	20	00	—	—	—	—	20	00	20	00	—	—
4^{ab}.	„	—	—	—	—	11	68	—	—	—	—	11	68	11	68	—	—
4^{c}.	„	—	—	5	60	—	—	—	—	—	—	5	60	5	60	—	—
5^{ac}.	„	—	—	—	—	7	52	—	—	—	—	7	52	7	52	—	—
5^{b}.	„	—	—	11	68	—	—	—	—	—	—	11	68	11	68	—	—
6^{abd}.	„	—	—	—	—	—	—	12	16	—	—	12	16	12	16	—	—
6^{c}.	„	—	—	—	—	2	72	—	—	—	—	2	72	2	72	—	—
7^{ab}.	„	—	—	—	—	—	—	12	16	—	—	12	16	12	16	—	—
7^{c}.	„	—	—	—	—	2	50	2	46	—	—	4	96	4	96	—	—
8.	„	—	—	—	—	—	—	18	88	—	—	18	88	18	88	—	—
9.	„	—	—	—	—	—	—	15	36	—	—	15	36	15	36	—	—
10^{a}.	„	—	—	—	—	—	—	3	68	—	—	3	68	3	68	—	—
10^{b}.	„	—	—	—	—	2	16	2	16	—	—	4	32	4	32	—	—
10^{cd}.	„	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	6	—	6	—	—	—
Summe	„	—	—	38	08	64	90	66	86	—	—	169	84	149	04	20	80

Nach den Bonitätstafeln (§ 66) berechnet sich hiernach unter der Voraussetzung normaler Abtriebsalter der Bestände ohne Zwischennutzungen der gesamte Haubarkeitsdurchschnittszuwachs

für den 80 jährigen Umtrieb zu

$$38{,}08 \cdot 5{,}23 + 64{,}90 \cdot 7{,}04 + 66{,}86 \cdot 9{,}21 = 1272 \text{ fm},$$

für den 100 jährigen Umtrieb zu

$$38{,}08 \cdot 5{,}25 + 64{,}90 \cdot 6{,}98 + 66{,}86 \cdot 8{,}85 = 1245 \text{ fm}.$$

Benutzt man die Bonitätstafeln des § 5, so erhält man beim 80 j. Umtrieb 1260 fm und beim 100 j. Umtrieb 1184 fm summarischen Haubarkeitsdurchschnittszuwachs.

Die voraussichtlich mögliche Verbesserung der Standorte geringer Bonität läßt eine Steigerung dieser Erträge erwarten.

Es empfiehlt sich mit der Standortstabelle eine Uebersicht der Zuwachsverhältnisse zu verbinden, wie aus Neumeister, „Die Forsteinrichtung der Zukunft.“ 1900, S. 102 und 103 zu ersehen.

§ 78. **Bestands-Klassentabelle und Klassenübersicht.** Erstere ist in der Hauptsache nur eine Rechnungsunterlage, die in ihrer Summe die Klassenübersicht gibt, d. h. eine Zusammenstellung des Größen- und Bonitätsverhältnisses der Altersklassen. Bezüglich der Verteilung der letzteren wird die Klassenübersicht durch das Bild der Bestandskarte ergänzt.

Die Klassentabelle zerfällt in so viele Hauptteile, als bestandbildende Holzarten und als Betriebsarten vorhanden sind. Am richtigsten wäre es, jeder Betriebsklasse eine besondere Tabelle zu widmen.

Bestandsmischungen können nur dann Berücksichtigung finden, wenn ein Hochwald-Mischbetrieb als besondere Betriebsklasse auszuscheiden ist.

Unbedingt notwendig ist es, die Angaben wirklich dem gegenwärtigen forstlichen Waldzustand entsprechend zu machen, also z. B. nicht etwa einen der Nadelholzbetriebsklasse angehörigen, zur Umwandlung bestimmten Buchenbestand als Nadelholzbestand einzutragen, bevor die Umwandlung wirklich erfolgt ist.

Die Klassenübersicht, in der nebenbei der wirkliche Holzvorrat anzugeben ist, wird bei jeder Revision erneuert und gewährt nach einigen Jahrzehnten eine vortreff-

liche Uebersicht über die allmähliche Gestaltung der Größenverhältnisse der Alters- und Bonitätsklassen sowie des Vorrates.

Nachstehendes Beispiel enthält Zahlenangaben, die zu dem in § 98 ausgeführten Beispiel der Ertragsbestimmung gehören.

Zu Anfang des Jahres	Nadelholz I. Kl. 1—20 Jahr	II. Kl. 21—40 Jahr	III. Kl. 41—60 Jahr	IV. Kl. 61—80 Jahr	V. Kl. 81-100 Jahr	VI. Kl. über 100 J.	Verjüngungsklasse	Summe	Räumden	Blößen, darunter laufende Schläge	Summe des Holzbodens	Holzvorrat
	ha a	ha a	ha a	ha a	ha a	ha a	ha a	ha a	ha a	ha a	ha a	fm
18 . . .	29 76	46 40	16 96	41 76	28 24	— —	— —	163 12	— —	6 72	169 84	45 500
	als:	als:	als:	als:	als:			als:				
1. Bonität	— —	— —	— —	13 28	— —	— —	— —	13 28				
2. ,,	20 00	— —	9 12	— —	20 32	— —	— —	49 44				
3. ,,	9 76	32 96	— —	16 00	7 92	— —	— —	66 64				
4. ,,	— —	13 44	7 84	12 48	— —	— —	— —	33 76				
5. ,,	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —				
	S.w.o.	S.w.o.	S.w.o.	S.w.o.	S.w.o.			S.w.o.				
Durchschnittliche Bonitätsziffer	2,33	3,29	2,92	2,66	2,28	— —	— —	2,74				

Die Ermittelung einer wirklichen Durchschnitts **bonität** würde nur mit Hilfe der Holzmassen geschehen können. Wenn es sich aber lediglich um den Zweck handelt, die allmählich auf- oder absteigende Bewegung der Bestandsbonitäten durch Zahlen zu verdeutlichen, dann genügt auch die Berechnung der durchschnittlichen Bonitäts **ziffer** vollständig. Recht klar tritt hier die praktische Richtigkeit der Bezifferung der Bonitäten von unten nach oben hervor (§ 66), denn wenn man die beste Bonität mit 1, die schlechteste mit 5 bezeichnet, so würde das Fallen der durchschnittslichen Bonitätsziffer z. B. von 3,60 auf 3,20 eine aufsteigende Bewegung der Bonität, eine Verbesserung derselben bedeuten.

Für eine (feinere) Wirtschaft mit 10 jährigen Wirtschaftszeiträumen ist es zweckmäßig, die Klassenübersicht nach Jahrzehnten abzustufen, wie aus Neumeister, „Die Forsteinrichtung der Zukunft". 1900, S. 99 zu ersehen.

§ 79. Die **Abnutzungstabelle** hat den Zweck, eine Uebersicht der summarischen Massennutzung für die einzelnen Jahre und den daraus berechneten Durchschnittsertrag zu geben. Die Angaben sind nach End- und Vornutzungen, nach Laub- und Nadelholz, nach Derbholz und Reisig getrennt zu halten. Bemerkungsweise ist in Zeiträumen von 10 Jahren die Größe des Holzbodens und des in Geltung gewesenen jährlichen Hiebssatzes zuzufügen.

Umfaßt eine solche Tabelle schon mehrere Jahrzehnte, so ist der darin nachgewiesene Durchschnittsertrag unter Berücksichtigung der allmählichen Gestaltung des Altersklassenverhältnisses ein sehr wertvolles Hilfsmittel für die Berechnung des künftigen Hiebssatzes.

Die Einrichtung einer Abnutzungstabelle ist aus Neumeister, „Die Forsteinrichtung der Zukunft". 1900, S. 104 u. 105, zu ersehen.

§ 80. Das **Grenzregister** soll in tabellarisch übersichtlicher Form folgende Angaben enthalten:

1. Bezeichnung (Namen und Nummer) der umgrenzten Forstorte.
2. Horizontale Entfernung der Grenzzeichen.
3. Innerer Grenzwinkel, und zwar bis zur Genauigkeit einer Minute.

4. Anmerkungen darüber, ob ein Bach oder Weg usw. die Grenze bilden, wenn die Grenzlinie nicht gerade von dem Mittelpunkt eines Steines zu dem des anderen läuft; ob Grenzmauern, Grenzgräben vorhanden sind usw.

5. Namen der angrenzenden Grundstücke und ihrer Besitzer.

Die Einrichtung eines Grenzregisters oder Grenzlagerbuchs ist aus Neumeister, „Die Forsteinrichtung der Zukunft" 1900, S. 96, zu ersehen.

II. Die Waldeinteilung.

§ 81. Die Einteilung größerer, einem Besitzer gehöriger Waldungen in Wirtschaftsbezirke, Reviere, setzen wir hier als gegeben voraus, da sie nur teilweise Aufgabe der Forsteinrichtung ist. Diese hat dagegen das gegebene Revier, sofern nötig, in Betriebsklassen, jedenfalls aber in Hiebszüge und Abteilungen zu teilen. Es geschieht dies unter maßgebender Berücksichtigung des Geländes durch Benutzung bleibender, dazu passender, entweder schon gebauter oder sicher geplanter Wege, durch Benutzung natürlicher Trennungslinien, wie Gebirgskämme, Talschluchten, Gewässer, Nichtholzbodenflächen usw., endlich durch Anlegung künstlicher Trennungslinien, sogenannter Schneisen. Eine gute, deutliche Geländekarte ist für den Entwurf des Einteilungsnetzes von großer Wichtigkeit.

Selbstverständlich wird diese Teilung nicht nach der systematischen Ordnung der Einteilungsgegenstände ausgeführt, sondern man teilt das Revier, allerdings unter möglichster Berücksichtigung der Grenzen der künftigen Betriebsklassen, aber ohne alle Rücksicht auf die zufällig vorhandenen Bestandsverhältnisse, in die kleinsten Teile, nämlich in „Abteilungen". Ist diese Arbeit durchgeführt, dann bestimmt man erst mit Hilfe einer gewöhnlich nur vorläufig angefertigten Bestandskarte die Hiebszüge (§ 86—87) und Betriebsklassen (§ 41).

Die Hiebszüge bildet man aus einer oder mehreren Abteilungen. Da die Grenzen der Betriebsklassen von vornherein ins Auge gefaßt worden sind, so handelt es sich nur noch um eine endgültige Feststellung derselben.

1. Das Einteilungsnetz.

§ 82. Wie schon erwähnt, hat man beim Entwurfe des Einteilungsnetzes auf natürliche Trennungslinien, besonders aber auf bleibende Wege, Rücksicht zu nehmen. Wo letztere in genügender Weise bereits gebaut sind, ist also ein Teil der Trennungslinien gegeben, denn namentlich die seitliche Begrenzung der Hiebszüge erfolgt in Rücksicht auf die Holzabfuhr aus den zu beiden Seiten liegenden Beständen am besten durch Wege. Wo diese noch fehlen, oder wo nur aus alter Zeit oft ganz unzweckmäßig angelegte Wege vorhanden sind, dort ist erst ein neues Wegenetz zu entwerfen und dieses zur Einteilung zu benutzen [1]). Keineswegs darf man aber glauben, mit den Wegen allein auskommen zu können. Es werden stets mehr oder weniger künstliche Teilungslinien, sogenannte Schneisen, hergestellt werden müssen; deshalb ist auch die in vielen Gegenden übliche Bezeichnung des Einteilungsnetzes mit dem Ausdrucke Schneisennetz gerechtfertigt da, wo die Mehrzahl der Abteilungslinien aus Schneisen bestehen (künstliche oder regelmäßige Einteilung). Das Wegenetz hat ganz andere Aufgaben zu erfüllen als das Schneisennetz. So sind in Gebirgslagen für letzteres Wege mit vielen Krümmungen ganz unbrauchbar.

---

1) Kaiser, „Beiträge zur Pflege der Bodenwirtschaft mit besonderer Rücksicht auf die Wasserstandsfrage", 1883 und „Die wirtschaftliche Einteilung der Forsten" etc. 1902.

Martin, „Wegnetz, Einteilung und Wirtschaftsplan in Gebirgsforsten. Eine Darstellung der in der Provinz Hessen-Nassau unter Leitung des Forstmeisters Kaiser zu Kassel gegenwärtig zur Ausführung kommenden Forsteinrichtungsarbeiten", 1882.

Wir müssen es deshalb auch für unrichtig halten, das Wegenetz im Bergland nach den Anforderungen der Waldeinteilung einrichten zu wollen. Das Wegenetz ist, sei es ausgebaut oder nur geplant, etwas für sich Bestehendes, die Waldeinteilung hat sich aber insoweit nach den gegebenen Wegen zu richten, als deren Benutzung zu Einteilungslinien überhaupt möglich erscheint. In ganz ebenem Gelände wird es übrigens niemals Schwierigkeiten bereiten, eine vollständige Uebereinstimmung von Wege- und Schneisennetz herzustellen.

§ 83. Das Schneisennetz besteht aus Haupt- und Nebenschneisen. In Sachsen, wo man erstere als W i r t s c h a f t s s t r e i f e n bezeichnet, können letztere kurz S c h n e i s e n genannt werden.

Unter W i r t s c h a f t s s t r e i f e n versteht man b l e i b e n d holzleer zu erhaltende Streifen, die den Zweck haben, die von ihnen begrenzten Bestände an den freien Stand zu gewöhnen, so daß sich Randbäume entwickeln, die nachteiligen klimatischen Einwirkungen (Wind, Sonne) widerstehen, wenn auch der neben- oder vorliegende Bestand abgetrieben wird (Traufschutz). Wo für die Begrenzung der Betriebsklassen und die seitliche Begrenzung der Hiebszüge Wege nicht gewählt werden können, und wo zufällig vorhandene, natürliche Trennungslinien nicht genügen, sind demnach Wirtschaftsstreifen anzulegen, die in der Richtung des Hiebes, also meist ungefähr (namentlich in der Ebene) von Ost nach West, verlaufen.

Die Breite derselben richtet sich nach dem Standort, nach Holz- und Betriebsart. Je länger die zu erziehenden Bäume werden sollen, desto breiter müssen die Wirtschaftsstreifen sein. Während für Nieder- und Mittelwald eine Breite von etwa 3 m genügt, muß dieselbe für den schlagweisen Hochwaldbetrieb 10 und mehr m betragen. Die größte Breite erfordern der sturmgefährdete Fichtenwald und der der Feuersgefahr sehr ausgesetzte Kiefernwald. Die Ränder der Wirtschaftsstreifen sind im Nadelholze licht zu halten (am besten von Jugend auf durch kräftige Lichtungen), damit sich tiefbeastete, sturmfeste Randbäume entwickeln.

Die Fläche der Wirtschaftsstreifen gehört dann, wenn diese breiter als 2,5 m sind, dem Nichtholzboden an, die Fläche der schmalen Streifen im Nieder- und Mittelwald braucht dagegen vom Holzboden nicht in Abzug gebracht zu werden.

Bei neuen Forsteinrichtungen werden diese Streifen nur dort in voller Breite aufgehauen, wo dies ohne Gefahr geschehen kann, also nur in den Beständen I., allenfalls noch II. Altersklasse des Hochwaldes. In den älteren Beständen werden sie nur durch 3 m breite Durchhiebe markiert und erst gelegentlich der dieselbe Fläche treffenden Schläge in voller Breite hergestellt.

Die Nebenschneisen oder kurzweg S c h n e i s e n haben nicht den Zweck, Randbäume zu bilden, es genügt für sie deshalb eine Breite von 3 m. Sie teilen im allgemeinen die Hiebszüge in Abteilungen und begrenzen erstere in der Richtung des Hiebes. Sie sollen möglichst parallel den Schlaglinien verlaufen, die je nach den Geländeverhältnissen mehr oder weniger senkrecht auf die Wirtschaftsstreifen fallen.

§ 84. Wirtschaftsstreifen und Schneisen, im weiteren Sinne einschließlich der Einteilungsgrenzen bildenden Wege und natürlichen Trennungslinien, bilden das E i n t e i l u n g s - oder S c h n e i s e n n e t z. Der Entwurf desselben ist eine der wichtigsten, im Gebirge oft auch eine der schwierigsten Aufgaben der Forsteinrichtung. Dieses Netz soll und kann etwas Bleibendes sein, solange nicht ganz besondere Umstände (Bau von Straßen, Eisenbahnen, Ankäufe etc.) Aenderungen nötig machen.

Die Anlage des Einteilungsnetzes erfordert stets, ganz besonders aber im Fichtenwalde, eingehendes Studium und Beachtung der herrschenden Windrichtung. Es genügt dann nicht, zu wissen, daß in Deutschland im großen Durchschnitt die herr-

schenden, Gefahr bringenden Winde meist aus Westen, Süd- oder Nordwesten kommen, sondern es ist deren örtliches Auftreten zu erforschen. Manche Talbildungen der höheren Gebirge rufen derartige Drehungen des Windes hervor, daß beispielsweise der Westwind einen von Nord oder Süd, selbst von Nordost- oder Südost kommenden Bruch bewirken kann. Allgemeine Vorschriften hierüber lassen sich nicht geben [1]. Dagegen kann man solche örtliche Abweichungen der herrschenden Winde nicht selten an der Beastung und geneigten Stellung der die Bestandsränder bildenden Bäume, an der Lage früherer Windwürfe erkennen, außerdem sind auch verbürgte historische Nachrichten zu beachten. Gegen außergewöhnliche Orkane, Gewitterstürme schützt freilich keine Forsteinrichtung, nach der Lage der durch solche Stürme hervorgerufenen Windwürfe darf man aber auch nicht ohne weiteres auf örtliche Drehungen der Winde schließen.

§ 85. Nächst der Lage und Richtung aller Einteilungslinien ist von hervorragender Wichtigkeit die Form und Größe der durch sie zu bildenden Abteilungen (in Preußen bei regelmäßiger Rechtecksform nach Hennert „Jagen", bei unregelmäßiger Form nach G. L. Hartig „Distrikte" genannt), der „Einheiten der Waldeinteilung" (Heyer). Sie sind notwendig zur Orientierung im Walde, zur Ordnung der Schlagführung, namentlich auch zur Erleichterung der Vermessungsnachträge.

Die Form der Abteilungen muß sich nach den Geländeverhältnissen richten. Rechtwinklig gestaltete Abteilungen können nur in der Ebene gebildet werden („natürliche" oder „unregelmäßige" und „künstliche" oder „regelmäßige" Einteilungen). Stets, so auch im Gebirgswald, hat man tunlichst darnach zu streben, den Abteilungen die Form länglicher Rechtecke zu geben, die ihre Breitseite der herrschenden Sturmrichtung entgegenstellen, so daß die Breitseite zugleich möglichst parallel zu den Schlaglinien verläuft.

Die Größe der Abteilungen ist keine bestimmte, sie schwankt für den Hochwald meist zwischen 15—30 ha. Zu große Abteilungen sind unzweckmäßig. Bei regelmäßiger Gestalt der Abteilungen empfiehlt es sich, deren lange Seite 600, die breite 300 m groß zu machen, ihnen also 18 ha Inhalt zu geben. Für kleinere Wälder sind natürlich auch kleinere Abteilungen am Platze.

2. Die Hiebszüge.

§ 86. Zum Begriff des Hiebszugs [2]. „Hiebszug" ist eine Bezeichnung, die in der neueren und neuesten Literatur in steigendem Maße gebraucht wird, stützen sich doch in der Forsteinrichtung die mehr und mehr Feld gewinnenden Altersklassenmethoden in räumlicher Beziehung ganz auf das Hiebszugsnetz. Und

---

1) An Versuchen hierzu hat es nicht gefehlt. Zu vergl. Zötl, „Handbuch der Forstwirtschaft im Hochgebirge", 1831, S. 119—130 u. S. 269—302. — Nach diesem Heyer, „Waldertrags-Regelung", 3. Aufl. 1883 und „Waldbau", 3. Aufl. 1878 u. 5. Aufl. (von Heß) 1906 S. 67. — Baudisch im C. f. d. g. F. 1884, S. 521 ff. — Die verschiedenen Gebirge verhalten sich sehr verschieden, und leider kommen namentlich in höheren Gebirgen mitunter Geländebildungen vor, die gar keine herrschende Windrichtung erkennen lassen, wo der Sturm von allen Seiten bricht. Dort hilft freilich auch die beste Forsteinrichtung nichts, und man muß sich dann damit begnügen, die Schläge jenem Winde entgegenzuführen, welcher der gefährlichste zu sein scheint. — Eingehende Erörterung der Sturmrichtung mit Angabe der neueren Literatur siehe Wagner, „Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde". 2. Aufl., S. 182—188. — Eifert, Forstliche Sturmbeobachtungen im Mittelgebirge. A. F. u. J.-Z. 1903, S. 323 ff. — Bargmann, Die Verteidigung und Sicherung der Wälder gegen die Angriffe und die Gewalt der Stürme. A. F. u. J.-Z. 1904, S. 81 ff.

2) Wagner, Der Blendersaumschlag und sein System 1912, 195—210 (dem das Nachfolgende in der Hauptsache entnommen ist).

doch scheint über den so wichtigen und vielgebrauchten Ausdruck in unserer Literatur noch eine bedauerliche Unklarheit zu herrschen; das muß jedem sofort auffallen, der sich mit diesem Gegenstande näher befaßt. Es ist auch schon mehrfach hervorgehoben worden, so zum Beispiel von Hugo Speidel, dann von Danckelmann und Bargmann.

Danckelmann sagt (Zeitschr. f. F. und Jagdw. 1896 S. 240): „Die Hiebszugslehre sei der Durchbildung, sogar der begrifflichen Klarstellung noch bedürftig“ und Bargmann, der in der A. F. u. J.-Z. 1904 S. 127 eine Blumenlese aus der Hiebszugsliteratur und damit einen Strauß verschiedener unter sich abweichender Begriffe und teilweise unklarer, sich widersprechender Vorstellungen in bezug auf Hiebszug bietet, kommt l. c. S. 134 zu dem Ergebnis, es sei „der Literatur zu entnehmen, daß über die Hiebszugsfrage in begrifflicher Hinsicht noch keine Klarheit herrsche“. Insbesondere vermißt er in den vorliegenden Begriffsbestimmungen mit Recht den „klaren bestimmten Ausdruck von etwas sehr Wesentlichem, das ist die Richtung“.

Auch der Bearbeiter dieser Abhandlung kann diese Urteile nur bestätigen; war es ihm doch selbst bei den ersten Autoren auf diesem Gebiet nicht möglich, aus deren verschiedenen Ausführungen mit Sicherheit festzustellen, was dieselben nun eigentlich unter „Hiebszug“ verstehen, da sie die Bezeichnung bald in diesem, bald in jenem Sinne gebrauchten.

Dieser Zustand muß notwendig zu Mißverständnis und Verwirrung in der Literatur führen und läßt volle Klarheit in bezug auf die räumliche Ordnung im Walde nicht aufkommen. Es ist daher sicher nicht überflüssig, ja zum klaren Verständnis unserer Ausführungen notwendig, diesem Gegenstande hier einige klärende Worte zu widmen.

Bauen wir also zunächst den Hiebszug aus seinen Elementen auf!

Im schlagweisen Hochwald, bei dem allein von „Hiebszug“ im eigentlichen Sinne gesprochen werden kann, treten mehr oder weniger gleichalterige Individuen zum „Bestand“, dem Produkte des Jahres- oder Periodenschlags, zusammen. Wie nun diese Individuen durch enges Zusammenleben unselbständig werden, und unfähig, sich selbst nach außen gegen Sturm, Wind, Sonne zu schützen, so werden es auch die Bestände, besonders der Nadelhölzer im engen Zusammenschluß miteinander. Der einzelne Bestand bedarf in naher Berührung mit seinen Nachbarn dauernder Deckung nach den gefahrdrohenden Himmelsrichtungen; diesen Richtungen entgegen darf er, wenn älter geworden, niemals schutzlos freigestellt werden. So kommt es, daß bei der Verjüngung die Hiebsführung genötigt ist, nach der Richtung, aus der die Gefahr droht, fortschreitend, einen Bestand nach dem andern in Angriff zu nehmen, ja gegebenenfalls innerhalb desselben Bestandes die Ernte in bestimmter Richtung über die Fläche wegzuführen. So ordnen sich die „Schläge“ zeitlich in bestimmt gerichteten Reihen an, und die Bestockung erhält damit Altersabstufung, es bilden sich „Schlagreihen“.

Eine solche „Schlagreihe“ beginnt jeweils am hinteren Rande des zuerst abzutreibenden Bestandes, an der „Anhiebslinie“ G. Heyers (vgl. Waldertragsregelung 3. A. S. 203), und erstreckt sich in der Hiebsrichtung so weit über die vorgelagerten jüngeren Bestände, bis wiederum die Anhiebslinie eines Altholzes oder eine feste Grenze die Reihe schließt.

Betrachten wir nun dieses Gebilde, so haben wir nicht etwas Feststehendes, sondern etwas Bewegliches vor uns, denn es schiebt sich mit der fortschreitenden Ernte der Schläge in der Hiebsrichtung vorwärts, es verliert seine hin-

teren Glieder (Bestände) durch deren Abnutzung — die „Anhiebslinie" rückt weiter — und es gewinnt gegebenenfalls vorne durch Weiterrücken der dort begrenzenden Anhiebslinie neu verjüngte Flächen. Aus jeder Schlagreihe entsteht durch Verjüngung allmählich eine neue Schlagreihe. H. Speidel hat dieses Gebilde in der Ausgestaltung, die ihm das württembergische Fachwerk gegeben — den langen Fachwerkshiebszug — treffend mit einem Bandwurm verglichen, dem, während er hinten die reifen Glieder abstößt, vorne neue zuwachsen. Das Ganze ist der reine Ausfluß des Deckprinzips, durchgeführt nach einer bestimmten Richtung.

Ist nun aber nicht eine, sondern sind, wie das in Wirklichkeit der Fall ist, mehrere, d. h. zwei zu einander senkrechte Richtungen als gefahrdrohend zu betrachten, so genügt der Schutz nach vorne durch diese Schlagreihenbildung für sich allein nicht mehr. Es ist auch Schutz nach der Seite notwendig. Hier stehen nun zwei Wege offen.

Bedienen wir uns auch nach der Seite des Deckungsschutzes, wie es das Fachwerk getan, so gelangen wir zu Decksystemen, wie der Reußschen Schablone und dem Borggreve-Denzinschen Decksystem. Hier ist jeder Bestand bezw. jede Abteilung gleichzeitig Glied zweier zu einander senkrechter Schlagreihen.

Die reine Fichtenwirtschaft in Verbindung mit einer Abkehr vom Fachwerk und mit einer Verkleinerung der Einheiten (Bestandeswirtschaft) führte zu immer zahlreicheren Deckungsbeziehungen und damit zu strengerer Bindung der Hiebsführung hin. Man hat es darum gerade unter solchen Verhältnissen vermieden, sich durch Einschlagen jenes Wegs in doppelten Zwang zu begeben — in richtiger Würdigung der wirtschaftsfesselnden Eigenschaften des Deckprinzips — und hat sich dem anderen möglichen Wege zugewendet. Zuerst in Sachsen wurde der Traufschutz zur seitlichen Sicherung der Schlagreihen beigezogen, indem man die in der Hiebsrichtung verlaufenden Schneisen zu Wirtschaftsstreifen erbreiterte.

Auch Burckhardt empfahl übrigens in seinen „Hilfstabellen für Forsttaxatoren" 1861, S. 260 parallele, durch Bahnen isolierte Hiebszüge, für die dann allerdings verlangt wird, daß die nördlichen im Hieb weiter voran sein sollen, als die südlichen (also auch hier Deckung nach der Seite!).

Durch diese Wirtschaftsstreifen nun, oder durch an ihre Stelle tretende natürliche Trennungslinien, wie Geländelinien, breite Straßen usw. wird die Waldfläche in Flächenbänder zerlegt und diese bilden die festliegenden in der Hiebsrichtung offenen Bahnen für die Vorwärtsbewegung des Hiebs und damit der Schlagreihen. In diesen Bahnen bewegen sich — seitlich fest begrenzt[1] — die Schlagreihen fortschreitenden Wellen ähnlich vorwärts, nach vorne Deckungsschutz, nach der Seite Traufschutz genießend.

Noch einen Schritt weiter geht die Wirtschaft in dieser Befreiung der Schlagreihen von der Bindung durch Deckungsschutz, indem sie den Traufschutz auch in der Hiebsrichtung beizieht. Sie durchbricht die langen offenen Hiebsbahnen senkrecht und stellt der Sturmgefahr auch in der Hiebsrichtung Träufe als Quermauern entgegen. Sie tut dies teils als vorübergehende Maßregel, wo sie in langen Schlagreihen von ausgedehnter Gleichaltrigkeit mittels Loshiebs neue Anhiebslinien schafft und dadurch eine Schlagreihe in mehrere zerlegt, teils aber auch zu dauernder Begrenzung der Hiebsbahnen in der Hiebsrich-

1) „Die Schläge sind über die ganze Breite hinwegzuführen." (Judeich).

tung selbst durch Anlage räumlich feststehender Träufe. Die Hiebsbahn wird dadurch eine geschlossene, eine „Wirtschaftsfigur“, in der sich die Schlagreihen bewegen. Die Wirtschaft schafft also hier einen feststehenden, geschlossenen Rahmen für die Hiebsführung und vereinigt alsdann diese geschlossenen Hiebsbahnen in ein Netz, das „Hiebszugsnetz“.

In vorstehender Darstellung ist, wie wir glauben, die ganze Entwicklung des Hiebszugsbegriffs enthalten, die Bezeichnung selbst haben wir absichtlich vermieden, um erst die verschiedenen in Betracht kommenden Vorstellungen klarzulegen und dabei ganz von der Sache und nicht von der schwankenden, erst festzustellenden Bezeichnung auszugehen.

Was nennt man nun aber „Hiebszug“? Ist es die Schlagreihe, ist sie es samt ihrer festen offenen oder geschlossenen Bahn, oder ist es letztere allein? Antwort: Bald wird das eine, bald das andere „Hiebszug“ genannt. Sehen wir nämlich an der Hand der vorstehenden Betrachtungen die Begriffsbestimmungen und sonstigen Erörterungen in der Literatur durch, so zeigt sich alsbald der Grund der herrschenden Unklarheit. Man bezeichnet nämlich als „Hiebszug“ bald die Schlagreihe, d. h. eine Reihe sich räumlich in bestimmter Richtung folgender Hiebsobjekte, wie sie im Nutzungsplan (Einrichtungsplan) zusammengestellt wird, sei sie nun seitlich fest begrenzt (feste Bahn) oder nicht; bald die geschlossene — möglicherweise mehrere Schlagreihen in sich schließende — Hiebsbahn, d. h. eine Wirtschaftsfigur, die bei der Einteilung des Waldes hergestellt wird. Beides sind aber ganz heterogene Dinge, die, was die Verwirrung noch steigern muß, in inniger Berührung miteinander stehen.

Uebrigens wird wohl meist, wenn man von „Hiebszug“ spricht, von der Vorstellung einer langgezogenen Reihe feststehender Gegenstände ausgegangen, über die der Hieb in bestimmter Richtung hinzieht (Hiebszug = Zug, d. h. Reihe von Beständen, über die der Hieb in bestimmter Richtung hinweggeht). Etymologisch scheint uns diese Ableitung jedoch nicht richtig, denn die Bezeichnung „Zug“ wird nach allgemeinem Sprachgebrauch nie für die Bahn einer Bewegung gebraucht, sondern stets für ein sich bewegendes Objekt, sofern es langgezogen und gegliedert ist.

Nach Analogie ähnlicher Wortbildungen, wie Eisenbahnzug, Heereszug, Festzug, Luftzug usw. (übertragen: Höhenzug) müssen wir bei Hiebszug an einen beweglichen Gegenstand denken, der aus mehreren hintereinander angeordneten Gliedern besteht und der sich unter der Einwirkung des Hiebs in der Richtung seiner Längserstreckung vorwärts bewegt.

Mag man nun aber von der einen oder andern Auffassung ausgehen, so steht jedenfalls fest, daß die Bezeichnung eine Vorwärtsbewegung in bestimmter Richtung voraussetzt, sei es nun des Hiebsobjekts, oder des Hiebs selbst, ein Merkmal, das jedoch in den meisten Begriffsbestimmungen fehlt (vergleiche auch Bargmanns oben S. 416 angeführten Hinweis). Deshalb muß also jedenfalls die Anwendung der Bezeichnung für alle Formen des Hiebsangriffs auf den Wald ausgeschlossen bleiben, bei denen keine Vorwärtsbewegung, kein Fortschreiten des Hiebs und seines Objekts in bestimmter Richtung stattfindet.

Einen Hiebszug im etymologisch richtigen Sinne gibt es also z. B. nicht im Blenderwald, denn hier fehlt die Schlagbildung im engeren Sinn und ebenso ein Fortschreiten der Schläge in bestimmter Richtung. Der Hiebszug ist nur ein Gebilde des schlagweisen Hochwalds. Die Anwendung der Bezeichnung in übertragener Bedeutung, wie sie mehrfach in der Literatur erfolgte, auch beim Blenderwald, ist daher keinesfalls zu billigen, da eine solch weit-

gehende Uebertragung, welche bezeichnende Merkmale unbeachtet läßt, die Unklarheit nur noch vermehrt; setzt ja doch die Bezeichnung „Hiebszug" eine Art der Hiebsführung voraus, die in vollem und bewußtem Gegensatze zu derjenigen der Blenderform steht.

Begründen ließe sich zwar noch der Gebrauch des Wortes „Hiebszug" durch Tichy, (Forsteinrichtung in Eigenregie S. 8), denn Tichy bildet in seinem Blenderwald „Schläge" (allerdings nicht „Schläge" im Sinne des schlagweisen Hochwalds), reiht sie in bestimmter Richtung aneinander und vereinigt dann die einer Umlaufszeit entsprechenden Schlaggruppen in „Hiebszügen". Diese wären also die Hiebsbahnen des im Sinne von Tichy geordneten Blenderwalds. Keinenfalls erscheint es uns jedoch begründet, wenn Düesberg („Der Wald als Erzieher" S. 101) den Hiebszug eine „geschlossene Altersfolge" nennt und nun auch seine sechseckigen Gruppen als Hiebszüge bezeichnet, oder wenn Judeich selbst und Neumeister den Hiebszugsbegriff auf die Blenderform übertragen und z. B. den „Isolierten Distrikt" von Pilz als Hiebszug bezeichnen (siehe darüber weiter unten). Judeich sagt im Tharandter Jahrb. 1884 S. 50: „Dadurch, daß sich im Blenderschlagbetrieb mit langem Verjüngungszeitraum das Nebeneinander der Schläge in ein Untereinander verwandelt, wird an der, dem fraglichen Wirtschaftskörper eigentümlichen Natur der Selbständigkeit nichts geändert." Die Selbständigkeit, die Judeich hier auffallenderweise als einziges Merkmal hervorhebt, während sie seiner Begriffsbestimmung fehlt, ist eben nicht das einzige kennzeichnende Merkmal des Hiebszugs!

Auch beim Fachwerk mit seiner „Abteilungseinheit" ist der Wunsch Stötzers es möchte jede Abteilung zum „Hiebszug" werden, nur erfüllbar bei Streifenkahlschlag innerhalb der Abteilung, oder aber bei Preisgabe des Ziels der Abteilungseinheit.

Ein in der Längsrichtung gegliedertes Objekt, das sich in dieser Richtung unter der Einwirkung des Hiebs, wenn auch langsam, vorwärts bewegt, für das also die Bezeichnung „Hiebszug" etymologisch begründet wäre, ist nun die Schlagreihe und in der Tat weisen auch die Definitionen einer ganzen Gruppe von Autoren, wie der Ort, an dem sie in ihren Lehrbüchern den Gegenstand behandeln, auf die Schlagreihe hin. Es sind die Vertreter des Fachwerks: Grebe, G. Heyer[1]), Weise, Stötzer, Graner.

Das Fachwerk kannte den Periodenzug schon lange, hat aber die Bezeichnung „Hiebszug" offenbar erst später aus Sachsen übernommen. Seine Vertreter definieren den Hiebszug übereinstimmend als „Beständekomplex" oder „Gruppe von Beständen", die zu regelmäßiger Schlagordnung verbunden sind[2]). Sie sehen also im Hiebszug eine Gruppierung der dermaligen Bestände, die sie jeweils bei der Aufstellung des Flächenabtriebsplanes (Einrichtungsplans) vornehmen, die sich also im Laufe der Zeit mit den Veränderungen in der Bestockung ändert; sie ist daher durchaus vorübergehender und wechselnder Art[3]). Die Fachwerker behandeln denn auch den Hiebszug folgerichtig bei der „Aufstellung des Einrichtungsplans"[4]). Ihre Hiebszüge, auch Periodentouren genannt, sind mehr oder weniger lange, in der Sturmrichtung liegende Reihen von Abteilungen, die dieser Richtung entgegen nach einander zur Abnutzung kommen sollen. Hier wäre somit die Bezeichnung „Hiebszug" im eigentlichen Sinn des Worts = „Schlagreihe" gebraucht, wenn auch bei diesen Autoren einzelne Aeußerungen und Momente auf eine andere, übertragene Bedeutung hinzuweisen scheinen. Denn im allgemeinen war doch — obgleich sich, wie gezeigt,

1) Inwiefern G. Heyer unter die Vertreter des Fachwerks zu zählen ist, wurde oben erörtert.

2) Gustav Heyer z. B. definiert den Hiebszug (Waldertragsregelung 3. Aufl. S. 203) als „Beständekomplex zwischen zwei Anhiebslinien, innerhalb dessen die nachzuziehenden Bestände eine im Sinne der Waldverjüngungsrichtung fallende Reihe bilden".

3) Allerdings spricht Grebe, der erste Vertreter des neueren Fachwerks (Betriebs- und Ertragsregelung 2. Aufl. S. 258) auch von einer Vorder- und Hinterwand des Hiebszugs und deren dauernder Sicherung, scheint somit eine feststehende geschlossene Hiebsbahn im Auge zu haben, nicht eine Schlagreihe.

4) Eine Ausnahme macht Graner, der ihn unter „Bildung der wirtschaftlichen Verbände" neben Betriebsklasse, Distrikt und Abteilung bespricht.

die Wortbildung mit der Sache gut in Einklang bringen läßt — wohl auch hier die allgemeine Vorstellung des Hiebszugs mehr diejenige einer Reihe von Objekten, über die der Hieb hinzieht, also diejenige der Hiebsbahn.

Schärfer treten die Unklarheiten zutage bei der Weiterbildung des Hiebszugs, also bei den Vertretern der Altersklassenmethoden, welche die Bezeichnung erst in der Literatur heimisch machten. Bei diesen Autoren, insbesondere bei Judeich und Neumeister, scheint sich mehr und mehr neben der etymologisch richtigen Auffassung (= Schlagreihe) ein anderer Gebrauch des Worts in übertragenem Sinn (= Hiebsbahn) festgesetzt zu haben, ohne daß dieser sofort vollkommen klar zum Durchbruch gekommen wäre. Offenbar ist der Hiebszug, der doch etwas Veränderliches ist, von den meisten Autoren immer nur im Augenblick seiner Bildung und ohne Rücksicht auf seine fernere Gestaltung betrachtet worden.

Judeich versteht unter einem Hiebszug (Forsteinrichtung 6. A. S. 281) „eine Waldfläche, welche im einfachsten arithmetisch gedachten Normalzustand die einem bestimmten Umtrieb entsprechende normale Schlagreihe . . . einmal so enthält, daß die Schläge über ihre ganze Breite hinweggeführt werden können", und sagt (Thar. Jahrb. 1884 S. 51): „Charakteristisch bleibt für den Hiebszug unter allen denkbaren Formen, daß er einen bezüglich des Hiebs von seinen Nachbarn möglichst unabhängigen Wirtschaftskörper bildet", ein Moment, das in seiner Lehrbuch-Definition fehlt. Neumeister sagt (Forsteinrichtung der Zukunft, S. 17): „ein Hiebszug ist ein räumlich abgegrenzter Teil der Betriebsklasse, der seine bestimmte besondere Hiebsfolge oder Schlagreihe hat" — wobei offen bleibt, ob die räumliche Abgrenzung eine feststehende, dauernde ist, oder nicht. Für ersteres spricht die weitere Aeußerung: „ihre Bildung, namentlich (?) die der bleibenden gehört unbedingt zur Waldeinteilung" und an anderem Ort die Bezeichnung als „Wirtschaftsfigur"; für letzteres dagegen die Definition in der 6. Auflage von Judeichs Forsteinrichtung S. 281: „Der Hiebszug hat die zu einer Schlagreihe gehörigen Bestände zu umfassen", oder an anderem Ort: „Hiebszug ist jede innerhalb einer Betriebsklasse räumlich abgegrenzte Schlagpartie, die eine gewisse Selbständigkeit hat". Insbesondere bleibt unklar, ob wir es mit einem feststehenden oder sich verändernden Gebilde zu tun haben. Eine klare räumliche Vorstellung ist aus diesen Aeußerungen wohl kaum zu schöpfen.

Nach mündlicher Mitteilung eines früheren Schülers von Judeich hat dieser den Hiebszug unzweifelhaft als etwas sich Vorwärtsbewegendes, Veränderliches betrachtet, was jedoch u. E. mit mehreren seiner in der Literatur niedergelegten Aeußerungen nicht übereinstimmen will.

Eines jedoch ist allen Vertretern der Altersklassenmethoden, Judeich, Neumeister, Hugo Speidel und v. Guttenberg, im Gegensatz zu den Fachwerkern gemeinsam, sie definieren den Hiebszug nicht mehr, wie jene, als „Beständekomplex", sondern als „Waldfläche" oder „räumlich abgegrenzten Teil der Betriebsfläche", der eine Schlagreihe enthält; ihnen ist somit nicht mehr das sich verändernde Hiebsobjekt, der Bestand, maßgebend, sondern die Fläche, auf der dieses stockt, die Bahn für die Bewegung des Hiebs, wobei allerdings bei den beiden ersteren Autoren, wie die angeführten Stellen zeigen, unklar bleibt, ob diese Fläche als unveränderlich gedacht ist, oder ob sie sich unter Einwirkung des Hiebs verändert, während H. Speidel und v. Guttenberg keinen Zweifel lassen, daß sie unter Hiebszug die feste Hiebsbahn verstehen letzterer nennt ihn eine „bestimmt abgegrenzte Waldfläche".

Ebenso behandeln die Vertreter der Altersklassenmethoden die Hiebszugsbil-

dung, die Herstellung des „Hiebszugsnetzes", durchweg im Kapitel „W a l d e i n t e i l u n g" und bezeichnen den Hiebszug mehrfach als Wirtschaftsfigur", was ebenfalls auf die Vorstellung der H i e b s b a h n hinweist. Wir dürfen also wohl annehmen, daß hier die Bezeichnung Hiebszug vorwiegend in ihrer übertragenen Bedeutung: f e s t e, f ü r s i c h a b g e s c h l o s s e n e H i e b s b a h n gebraucht wird.

Gute Ausbeute in dieser Hinsicht liefert auch die literarische Auseinandersetzung zwischen J u d e i c h und N e u m e i s t e r einerseits und P i l z andererseits [1]). P i l z tritt in seinem „i s o l i e r t e n D i s t r i k t", der reinen Traufschutz nach außen besitzt und im Innern keinerlei Vorwärtsbewegung des Hiebs in bestimmter Richtung zeigt, dem Hiebszugsgedanken mit seinem Deckungsprinzip geradewegs entgegen; es muß ihm daher unbedingt zugestimmt werden, wenn er sich dagegen verwahrt, daß J u d e i c h und N e u m e i s t e r seinen Distrikt als Hiebszug in ihrem Sinne bezeichnen wollten. Eine so weitgehende Begriffsübertragung müßte verwirrend wirken, denn es ist doch wohl nicht möglich, einer offenen, aus gleichaltrigen Beständen zusammengesetzten und im Alter abgestuften Schlagreihe und einer nach außen selbständig gemachten Abteilung, deren Inneres als ein einziger Periodenschlag in Blenderschlagbetrieb oder reinem Blenderbetrieb behandelt wird, den selben Namen zu geben! Die beiden Gebilde haben ein ganz gegensätzliches räumliches Vorgehen im Walde zur Voraussetzung.

Die Ausführungen von P i l z zeichnen sich vor denen seiner Gegner durch klare Erfassung der begrifflichen Unterschiede aus. Der von ihm für Tanne und Buche empfohlene und für diese Holzarten ohne Zweifel geeignete „i s o l i e r t e D i s t r i k t ist etwas Selbständiges, Neues und hat nichts mit der aus dem Fichtenkahlschlag hervorgegangenen Schlagreihenbildung zu tun; er sucht vielmehr den Schutz a u f g a n z a n d e r e m W e g e: d u r c h T r a u f b i l d u n g n a c h a u ß e n u n d u n g l e i c h a l t e r i g e n B e s t a n d e s a u f b a u i m I n n e r n (vgl. auch die Ausführungen desselben Autors im Oktoberheft der Allg. F. u. J.-Z. 1901 bezügl. des Buchenhochwalds).

In einem Punkte möchten wir P i l z allerdings widersprechen. Er sagt (Thar. Jahrb. 1882, S. 168), die Herstellung der sächsischen kleinen Hiebszüge entspreche nur der Fichtenkahlschlagwirtschaft Sachsens, in Buche und Tanne könne gleiche Zersplitterung nicht hergestellt werden. Wir glauben, eine möglichst weitgehende Gliederung müßte auch bei diesen Holzarten den Erfolg ungemein erleichtern und erhöhen.

Nur mit e i n e r Form des Hiebszugs läßt sich der „isolierte Distrikt" wenigstens nach einer Seite hin vergleichen, nämlich mit dem Hiebszug H. S p e i d e l s, von dem nachher die Rede sein soll, denn beide Formen gehen von der Zweckmäßigkeit eines Zerschlagens großer Komplexe in nach außen dauernd selbständige kleine Einheiten aus (während sie allerdings das Innere durchaus verschieden ausbauen) und es verdient hervorgehoben zu werden, wie hier zwei hervorragende Praktiker, die viel mit den Schwierigkeiten großer gleichalteriger Zusammenhänge zu kämpfen hatten, sich im I s o l i e r u n g s g e d a n k e n zusammenfanden.

Bei Gelegenheit jener Auseinandersetzung mit P i l z nun unterscheidet N e u m e i s t e r (Thar. Jahrb. 1883, S. 25) zum erstenmal und unter Zustimmung J u d e i c h s (Thar. Jahrb. 1884, S. 44) z w e i A r t e n v o n H i e b s z ü g e n: v o r ü b e r g e h e n d e und b l e i b e n d e, von denen die vorübergehenden wohl als s e i t l i c h o f f e n e S c h l a g r e i h e n [2]), die bleibenden als s e i t l i c h f e s t -

1) P i l z, Forstl. Blätter 1882, S. 168 und Thar. Jahrb. 1883, S. 193, N e u m e i s t e r, Thar. Jahrb. 1883, S. 25, J u d e i c h, Thar. Jahrb. 1884, S. 44.

2) N e u m e i s t e r, „Forsteinrichtung der Zukunft", S. 32: „Es ist der vorübergehende Hiebszug in der Regel (? der Verf.) nur eine kleine Schlagpartie im bleibenden Hiebszug".

begrenzte Schlagreihen, oder vielleicht auch als Hiebsbahnen zu bezeichnen sind, die nach vorne offen oder geschlossen sein können [1] [2]).

Der vorübergehende Hiebszug wäre eine Schlagreihe, die sich nicht an die Grenzen der Waldeinteilung anschließt, bei der sich die Schläge nicht über die ganze Breite der normalen Hiebsbahn — von Wirtschaftsstreifen zu Wirtschaftsstreifen — erstrecken.

Der bleibende Hiebszug dagegen würde eine Schlagreihe umfassen, die sich über die ganze Breite zwischen zwei Wirtschaftsstreifen erstreckt und die sich auch nach vorne „tunlichst" an das Schneisennetz bindet. (?)

Wir hätten also hier im bleibenden Hiebszug dann eine feste geschlossene Hiebsbahn, eine „Wirtschaftsfigur", wie Neumeister selbst gelegentlich den Hiebszug nennt [3]), vor uns, wenn der Hiebszug, durch das Schneisennetz dauernd fest begrenzt, selbständig gemacht ist.

Nur in diesem übertragenen Sinn kann man ferner auch von einem „Hiebszugsnetz" sprechen.

Mit diesen Aeußerungen ist nicht allein die Uebertragung des Hiebszugsbegriffs auf die feste und geschlossene Hiebsbahn nachgewiesen, sondern auch das Bestreben, die Bezeichnung gleichzeitig für die Schlagreihe beizubehalten. Dies scheint uns unhaltbar und damit die Scheidung in vorübergehende und bleibende Hiebszüge nicht brauchbar. Die vorübergehende Bestandesreihe und die dauernde Hiebsbahn können nicht denselben Namen führen, wenn Klarheit herrschen soll, denn sonst würde sich ja fortgesetzt die eine Art von Hiebszügen, die Schlagreihen, innerhalb der anderen, der Wirtschaftsfiguren, bewegen.

Diese Vermengung zweier verschiedener Dinge, des Hiebsobjekts (der Bestände) und der Hiebsbahn (der Waldfläche, über die sich der Hieb bewegt) scheint uns der Grund der bestehenden Unklarheiten zu sein; die eine Art von Hiebszug wäre das Ergebnis des allgemeinen Hauungsplans, die andere dasjenige der Waldeinteilung.

Mit unzweideutiger Klarheit hat nur Hugo Speidel [4]) seinen Hiebszug als geschlossene Hiebsbahn samt eingeschlossenen Schlagreihen dargestellt, somit die Bezeichnung „Hiebszug" nur noch in ihrer übertragenen Bedeutung angewendet.

H. Speidel entwickelt l. c. seinen Hiebszugsbegriff und geht dabei von der, in langjähriger Einrichtungspraxis festgestellten Erfahrungstatsache aus, daß eine „allseitig befriedigende Nadelholzwirtschaft, was Gefährdung durch Wind und Schutz gegen denselben betrifft", sich regelmäßig nur in kleinen „isolierten", d. h. vom Felde umgebenen Walddistrikten eines Besitzers findet, und zwar, daß der Zustand um so befriedigender ist, je geringer die Ausdehnung des Waldstücks in der Sturmrichtung. „Die Schwierigkeiten der Wirtschaft und die Mängel ihres Erfolgs", so stellt Speidel fest, „wachsen aber mit der Ausdehnung des Waldzusammenhangs in der Windrichtung und steigern sich in großem zusammenhängendem Waldbesitz nicht selten zu förmlichem Mißerfolg".

Daraus schließt er mit Recht: „Die Gesundheit jener kleinen unscheinbaren Existenzen ist hauptsächlich dadurch bedingt, daß sie durch einen starken Trauf

1) N. fordert, die bleibenden Hiebszüge sollen sich so viel als tunlich (?) an das Schneisennetz binden, d. h. an einer Schneise beginnen.

2) Judeich nennt den bleibenden Hiebszug das „Ziel", den vorübergehenden das „Hilfsmittel", es zu erreichen und sagt l. c. S. 52: „Die Aehnlichkeit des bleibenden Hiebszugs mit dem alten Periodenzug besteht einzig und allein darin, daß der Anfang und das Ende desselben gegeben sind".

3) Judeich bezeichnet seinen Hiebszug als „selbständigen Wirtschaftskörper", der mehr oder weniger den Charakter einer Betriebsklasse annehme.

4) A. F. u. J.-Z. 1893, S. 191 ff.

gegen den Wind geschützt sind". Dieser Trauf bewirke, daß die Rücksicht auf die Dringlichkeit des Hiebs in den vorwärts liegenden und auf den Schutz der rückwärtsliegenden Bestände wegfalle. Nicht allein der bessere Sturmschutz komme also den kleinen Distrikten zugute, sondern auch die Wirtschaft in ihnen sei eine freiere, naturgemäßere, jeder Bestand könne seinem Bedürfnis entsprechend bewirtschaftet werden. Kurz gesagt: Nadelholzbezirke, die aus vielen freistehenden kleinen Distrikten bestehen, sind durch freiere Wirtschaft gekennzeichnet, als größere Zusammenhänge, denen die Gliederung in selbständige Wirtschaftskörper regelmäßig fehlt. Auch auf den Umstand legt Speidel angesichts der Verhältnisse beim württ. Fachwerk mit Recht Wert: daß sie „der Gefahr willkürlicher Veränderungen entrückt" seien.

Diese freiliegenden Waldparzellen nun nimmt sich Speidel zum Vorbild und fordert die Zerlegung großer Zusammenhänge in „kurze, bleibend an einen bestimmten Ort gebundene Hiebszüge", die durch „Sicherstellung der Grenzen" dauernd selbständig gemacht und erhalten werden, ähnlich der im Feld freistehenden Waldparzelle.

Solche selbständige Wirtschaftsfiguren — „Hiebszüge" nennt sie Speidel — wären nun die geeigneten Rahmen zur Aufnahme der Schlagreihen, die sich stets über die ganze Breite des Hiebszugs erstrecken müßten. Der Speidelsche Hiebszug bringt die beiden Sturmschutzmittel — Traufschutz und Deckungsschutz — in eine so glückliche organische Verbindung, daß jedes derselben in ihm seine Vorzüge voll entfalten kann, ohne daß seine Nachteile hervortreten.

Da man sich doch wohl, wie aus den bisherigen Ausführungen hervorgehen dürfte, Speidels Auffassung, also der übertragenen Bedeutung des Worts ziemlich allgemein zugewendet haben dürfte, so scheint es uns notwendig, dafür nunmehr die ursprüngliche Bezeichnung im Sinne von „Schlagreihe" endgültig fallen zu lassen.

Wir möchten daher vorschlagen, die Bezeichnung „Hiebszug" nur noch in ihrem übertragenen Sinn — also für die feste Hiebsbahn — anzuwenden. Andernfalls wäre wohl kaum Aussicht, aus der herrschenden Verwirrung herauszukommen.

Dieser Vorschlag ist um so mehr gerechtfertigt, als wir ja in der Bezeichnung „Schlagreihe" einen durchaus zutreffenden und nicht mißzuverstehenden Ausdruck für dasjenige Gebilde haben, das von den Fachwerkern Hiebszug genannt wird, während man beim Festhalten an der Bezeichnung „Hiebszug" für die Schlagreihe der geschlossenen Hiebsbahn im Sinn von H. Speidel und ebenso Neumeisters bleibendem Hiebszug eine andere Bezeichnung schaffen müßte.

Wir jedenfalls werden im folgenden für den „Beständekomplex zwischen zwei Anhiebslinien" die Bezeichnung „Schlagreihe" beibehalten und als „Hiebszug" nur eine festgeschlossene Hiebsbahn, eine Wirtschaftsfigur bezeichnen, in der sich Schlagreihen bewegen.

§ 87. Was nun die Größe der Hiebszüge betrifft, so lehrt eine goldene Waldbauregel, daß man an demselben Orte einen neuen Schlag nicht eher anlegen solle, bis nicht die Fläche des zuletzt geführten sicher in Bestand gebracht worden sei. Einzig und allein eine gute Forsteinrichtung ermöglicht die Befolgung dieser Regel durch Bildung vieler kleiner Hiebszüge und Schlagreihen. Wo es daran fehlt, wo also auch Anhiebspunkte fehlen, dort ist ein Wechsel mit den Schlägen eben einfach unmöglich. In diesem Sinne soll der einzelne Hiebszug nur verhältnismäßig geringe Aus-

dehnung in der Hiebsrichtung haben, und die Schlagreihe nur aus wenigen Periodenschlägen bestehen. Die aussetzenden Betriebe in den einzelnen Hiebszügen ergänzen sich durch den Wechsel der Schläge zum jährlichen Nachhaltsbetrieb.

Im Nieder- und Mittelwald ist ein jährliches Aneinanderreihen der Schläge ohne Nachteil.

Im schlagweisen Hochwalde, der für uns wichtigsten Waldform, für den allein ein Bedürfnis für Hiebszugsbildung vorliegt, bildet man die Hiebszüge meist aus 2 Abteilungen, macht sie nicht gern über 30—60 ha groß, wobei übrigens nur die Längenausdehnung in der Hiebsrichtung, nicht der Flächengehalt eine wirtschaftlich bedeutsame Rolle spielt. In neuerer Zeit wird mehrfach empfohlen (Stötzer[1]), Wagner[2])), den Hiebszug nur aus einer Abteilung bestehen zu lassen. Diese kleinen Hiebszüge verhindern durchaus nicht die Anlage von großen, den gegebenen wirtschaftlichen Verhältnissen entsprechenden Schlägen, sie ermöglichen aber jedenfalls die Einhaltung der waldbaulich erwünschten Schlagpausen; es muß im besten Falle, an demselben Orte in einem Jahrzehnt nur ein Schlag, oder müssen höchstens zwei Schläge geführt werden.

Die kleinen Hiebszüge bilden selbständige Wirtschaftsfiguren, gewissermaßen kleine Betriebsklassen, wenn auch nicht für das Rechnungswerk. Ihre Selbständigkeit kann, wie dies in Sachsen geschieht, dadurch gesichert werden, daß sie dort, wo sie seitlich aneinandergrenzen, durch Wirtschaftsstreifen oder durch diese ersetzende andere Trennungslinien, wie breite Wege etc., von einander geschieden sind. In der Richtung des Hiebes wird bei annähernd normalem Altersklassenverhältnis durch die Altersstufenfolge allein eine genügende Unabhängigkeit des einen Hiebszuges von dem anderen geschaffen. Bei einem abnormen Klassenverhältnis hat der Forsteinrichter durch entsprechende Loshiebe (§ 90) für die nötige Beweglichkeit der Hauungen zu sorgen. Ein weiteres Mittel zur Befestigung der Hiebszüge, das den Verlust einer großen ertragslosen Fläche, wie ihn die Wirtschaftsstreifen mit sich bringen, vermeidet, ist bei an sich wenig traufsicheren Holzarten (Fichte, Tanne, Kiefer) die künstliche Traufbildung an den meistgefährdeten Hiebszugsgrenzen durch Anbau einer für Traufbildung besonders geeigneten Holzart, vornehmlich der Eiche (vgl. Wagner, der Blendersaumschlag und sein System 1912 S. 233—243).

Die richtige Gestaltung der Hiebszüge, deren Grenzen natürlich mit Linien der Waldeinteilung zusammenfallen müssen, bildet ein Hauptziel der Forsteinrichtung. Die meist abnorme Verteilung der Altersklassen gestattet aber sehr oft nicht, die Schläge sofort ohne weiteres nach den Anforderungen der Hiebszüge zu bestimmen. Durch ungünstige Gruppierung der Altersklassen ist man oft gezwungen, vorübergehende Maßregeln zu ergreifen, bei denen man aber das Ziel guter Schlagordnung in den Hiebszügen nicht außer acht lassen darf. Es entstehen dadurch vorübergehende Schlagreihen, die ein unentbehrliches Hilfsmittel dazu sind, mit den möglichst geringen wirtschaftlichen Opfern das Hauptziel der Forsteinrichtung, die Bildung und Erhaltung einer guten Hiebsordnung zu erreichen. Unvorhergesehene Störungen der Wirtschaft durch Elementarereignisse, durch nötig werdende Abänderungen der Waldeinteilung usw. können übrigens selbst dort, wo bereits eine dem Hiebszugsnetz entsprechende Bestandsgruppierung annähernd erreicht war, die Bildung neuer Schlagreihen wiederholt nötig machen.

1) Stötzer, Lehrb. der Forsteinrichtung 2. Aufl. 1908, S. 270: „Es kann als das Ideal aufgestellt werden, jede Ortsabteilung so zu bilden, und bei der Feststellung des Flächenangriffs so zu behandeln, daß sie einen selbständigen Hiebszug darstellt".

2) Wagner, Der Blendersaumschlag und sein System 1912, S. 258.

Unter allen Umständen muß aber, wenn die Wirtschaft nicht eine planlose sein soll, das Ziel der Bildung und Erhaltung kleiner, an das Schneisennetz angelehnter Hiebszüge im Auge behalten werden. Eine solche Einrichtung und Wirtschaft verschafft im Walde

1. die Möglichkeit, den Standortsbedingungen auch im kleinen Rechnung zu tragen;

2. eine sichere Grundlage für die künftige Hiebsfolge mit günstigem Wechsel der Schläge;

3. die Möglichkeit, in Zukunft in einzelnen Bestandsgruppen rascher, in anderen langsamer mit dem Hiebe vorzugehen, als die Gegenwart mit ihrem beschränkten Gesichtskreis vorausbestimmen kann;

4. vorzüglich in Nadelholzwaldungen eine sehr beachtenswerte Hilfe gegen Schaden durch Wind, Sturm, Insekten und Feuer;

5. eine gute Unterstützung des örtlichen Holzabsatzes durch geeignete Verteilung der Nutzungen über die Flächen.

Die einzelnen Hiebszüge gruppieren sich wieder zu Betriebsklassen, wo deren Bildung (§ 41) überhaupt erfolgen muß. Deshalb ist es aber auch, wie schon hervorgehoben, nötig, bei dem Entwurfe des Einteilungsnetzes auf die künftigen Grenzen der Betriebsklassen Rücksicht zu nehmen, damit diese unter keinen Umständen einzelne Abteilungen oder Hiebszüge durchschneiden, was in hohem Maße störend für die Wirtschaftsführung wäre.

Wenn z. B. ein Revier in zwei große Betriebsklassen zerfällt, in einen Buchen- und in einen Nadelholzbetrieb, dann muß die Grenze dieser Betriebsklassen auch die Grenze der betreffenden Hiebszüge sein.

§ 88. Ein sehr einfaches Beispiel eines Schneisennetzes bietet die dem § 98 beigegebene kleine Karte. Die Abteilungen 1—5 bilden einen südöstlich, die Abteilungen 6—10 einen nordwestlich geneigten Hang. Die neugebaute Talstraße dient zugleich als Wirtschaftsstreifen. Ueber die Bildung der Hiebszüge zu vergleichen § 98.

Noch einfacher, als in diesem Falle, gestaltet sich das Einteilungsnetz in der Ebene, wo man rechtwinklige Abteilungen bilden kann.

Die unendlich großen Verschiedenheiten der Einteilung im Gebirge lassen sich überhaupt nicht alle schildern. Nur ein einziges Beispiel mag deshalb hier Platz finden und erläutert werden.

Der ziemlich steile, isolierte Berg, dessen Neigung die Horizontalen andeuten, ist gemäß nebenstehender Abbildung eingeteilt worden.

Durch den wagrecht verlaufenden Wirtschaftsstreifen B ist die dem Sturm usw. ausgesetzte Kuppe, Abteilung 10, als besondere Betriebsklasse für Blenderwald ausgeschieden. Die übrigen Abteilungen 1—9 gehören dem schlagweisen Betriebe an. Durch die beiden Wirtschaftsstreifen A und C sind sie in zwei von einander unabhängige Partien geteilt, die wieder in Hiebszüge zerfallen. Letztere werden voraussichtlich gebildet durch Abt. 1 allein, durch Abt. 2 und 3, durch Abt. 4 und 5, durch Abt. 6 und 7, durch Abt. 8 und 9.

Die Nummerfolge der Abteilungen entspricht der Hiebsfolge, die Einzelschläge sind tunlichst senkrecht auf die Horizontalen zu führen, so daß also die Schläge nach unten zu breiter werden als oben. Würden die Schläge wegen der Höhe des Berges zu lang, wenn man sie vom Wirtschaftsstreifen B bis nach der Grenze führen wollte, wäre also der Berg bedeutend größer, so müßte noch ein wagrecht verlaufender Wirtschaftsstreifen eingelegt werden; die weiteren Einteilungslinien ergeben sich dann von selbst. Es sind dann öfters zwischen die bereits vorhandenen Schneisen für die unte-

ren Randabteilungen Zwischenschneisen einzuschalten, die diese Randabteilungen etwa halbieren. Beide wagrechte Wirtschaftsstreifen wären als Wege herzustellen, von denen aus mäßig fallende Nebenwege herabführen können, die jedoch als Einteilungslinien nicht zu gebrauchen sind.

Wollte man die Schläge nicht in der oben angegebenen Weise führen, sondern wagrecht verlaufend von oben nach unten, so würden einige der Schneisen zu Wirtschaftsstreifen werden.

3. Sicherung des Einteilungsnetzes.

§ 89. Durch Schläge, die namentlich anfänglich infolge der Abnormität des Altersklassenverhältnisses nicht selten über Schneisen und andere Einteilungslinien hinweggeführt werden müssen, sowie durch Windbrüche, Verwachsen usw. werden die Einteilungslinien mitunter unkenntlich. Damit sie im Walde leicht und sicher, ohne viel Zeit raubende, geometrische Arbeiten wieder aufgefunden werden können, ist das Setzen sogenannter Sicherheitssteine oder fester (besonders eichene) Pfähle an allen den Punkten zu empfehlen, wo sich Einteilungslinien, namentlich Schneisen kreuzen oder brechen, ferner auch auf allen geraden Schneisen und sonstigen Einteilungslinien (an Wegen, Bächen), wenn die Entfernung der Kreuzungspunkte sehr groß ist. Die Sicherheitszeichen sollten in der Regel nicht weiter als 100—150 m von einander entfernt sein.

Des Holztransportes wegen setzt man diese Steine oder Pfähle nicht auf die Mittellinie, sondern an die Seite; auch empfiehlt es sich der leichteren Orientierung wegen, auf einem und demselben Reviere hiezu stets eine bestimmte Seite zu wählen, z. B. die Nordseite der Wirtschaftsstreifen, die Ostseite der Nebenschneisen.

Diese Sicherheitszeichen haben übrigens noch den weiteren, sehr wichtigen Zweck, für alle Nachtragsmessungen gute Anbindepunkte zu bilden.

Für ein ganzes Revier werden die Sicherheitszeichen fortlaufend numeriert. Die Nummern werden in die Steine eingehauen und gefärbt, auf die Sicherheitspfähle mit dem Göhlerschen Numerierschlägel eingeschlagen. Der Uebersichtlichkeit halber empfiehlt es sich, die Nummern bei den Grenzzeichen schwarz und bei den Sicherheitszeichen rot zu färben.

4. Loshiebe.

§ 90. Judeich versteht (Forsteinrichtung 6. A. S. 289) unter Loshieben: „10—12 m breit aufgehauene Streifen, durch welche man Bestände in der Richtung des Hiebs dort trennt, wo später Hauungen eingelegt werden sollen“, und gibt noch als Unterbezeichnungen fünf verschiedene Benennungen für besondere Arten solcher Loshiebe: Sicherheitsstreifen, Durchhiebe, Umhauungen, Anhiebsräume, Aufhiebe, wie sie in Sachsen gebräuchlich sind. Dazu kommt noch die in Süddeutschland verbreitete Bezeichnung „Freihieb“ (sc. von Bestandesträufen). Diese große Zahl in der Literatur meist mehr oder weniger gleichsinnig gebrauchter oder doch begrifflich nicht scharf geschiedener Bezeichnungen hat für Wissenschaft und Unterricht viel mißliches.

Wir werden daher hier nur zwei, im Prinzip abweichende Hiebe unterscheiden, mögen sie nun unter diesen oder jenen äußeren Verhältnissen angewendet werden, den „Loshieb“ und den „Freihieb“, wobei wir verstehen:

1. unter Loshieb:

einen saum- oder streifenförmigen Hieb, der zwei Bestände trennt zum Zweck einer Einschaltung von in der Hiebsfolge fehlenden Altersstufen.

Loshieb mit periodischer Verbreiterung [1]).

Loshieb mit stetiger Verbreiterung.

Aus dem Zwecke des Loshiebs geht hervor: einmal, daß eine Trennung nur ungefähr senkrecht zur beabsichtigten Hiebsrichtung in Frage

1) Bem. zu den 3 beigegebenen Figuren:
Der mit dünnen Strichen eingezeichnete Aufriß des Bestandes stellt den Zustand vor Beginn der Maßregel dar, der stark ausgezogene den späteren.

kommt, und dann, daß die *Schlagfläche grundsätzlich verjüngt* wird. Der Loshieb ist somit ein Hieb — darin liegt die Berechtigung für die Wahl der Bezeichnung — der zwei, nicht zusammengehörige Altersstufen in der Hiebsrichtung dauernd von einander *loslöst* und dabei die erforderlichen Zwischenglieder für dauernden *Deckungsschutz* schafft.

Der Loshieb bedarf demnach auch, wenn einmal angelegt, fortgesetzter, sei es periodischer, sei es stetiger Verbreiterung bis zu dem Zeitpunkt, in dem der vorliegende Bestand zum Hiebe gelangt. Die beigegebenen Skizzen deuten dies an.

2. unter *Freihieb* verstehen wir:

einen saumförmigen Hieb, der *vor* dem Rande eines Bestandes geführt wird mit dem ausschließlichen Zwecke, diesen Bestand zur Traufbildung freizustellen.

Aus dem Zwecke des Freihiebs geht zweierlei hervor. *Er hat vorwiegend seitlichen Schutz zu vermitteln*, denn er wird in der Regel nicht senkrecht zur beabsichtigten Hiebsrichtung gelegt werden, weil dort eine Einschaltung fehlender Altersstufen, also ein Loshieb, zweckmäßiger ist. Und ferner, die *Hiebsfläche wird*, weil nur Traufbildung angestrebt wird, *in der Regel nicht verjüngt*, es sei denn zu dem ausschließlichen Zweck, den Fuß der Randstämme zu decken. Der Freihieb befreit den Trauf des rückliegenden Bestands von Seitendruck des vorliegenden Nachbarn, — daher sein Name — er befreit ebenso den vorliegenden Bestand (und damit die Wirtschaft) von der bindenden Aufgabe der Deckung des rückliegenden und damit vom Zwang des Deckungsschutzes überhaupt, indem er *Traufschutz* schafft.

Der *Loshieb* hat somit eine Aufgabe von dauernder Bedeutung, nämlich die, *eine normale Schlagreihe herzustellen*, der *Freihieb* nur eine solche von vorübergehender Art, nämlich die, *der dermaligen Bestockung Traufschutz zu schaffen.*

Freihieb.

Die Loshiebe dienen vor allem der Ausbildung selbständiger kurzer Schlagreihen, sie kommen aber natürlich, und zwar mit den Freihieben zusammen, in der Uebergangszeit auch für die Bildung der Hiebszüge überall da in Betracht, wo passende Unterbrechungen und Traufbildungen an deren Grenzen fehlen. Ihre Einlegung ist stets mit wirtschaftlichen Opfern verknüpft und an allen solchen Stellen, wo nicht ohne weiteres d. h. ohne Gefahr angehauen werden kann, als ein notwendiges Uebel anzusehen.

Vorzugsweise verlangt der sturmgefährdete Fichtenwald und der feuergefährdete

Kiefernwald sehr oft Loshiebe und Freihiebe, aber auch andere Holzarten machen sie nicht selten wünschenswert, sogar der Buchenwald, wenn voraussichtlich einmal an der Südseite eines Bestandes aufgehauen werden muß; in solchem Falle wirkt auch hier die zeitige Herstellung einer Bestandesabstufung oder die Erziehung eines Traufs durch einen Loshieb beziehungsweise Freihieb gewiß günstig.

Loshiebe und Freihiebe sollten in oder namentlich an jugendlichen Beständen angelegt werden; das gilt ganz besonders vom Fichtenwald. Erstere sind so breit anzulegen oder auch allmählich so zu verbreitern, daß man ihre Fläche mit Erfolg anbauen kann. Wenn irgend tunlich ist darauf zu halten, daß auf der Loshiebsfläche ein bereits 10—20 jähriger Bestand erzogen ist, ehe an der betreffenden Stelle die Schläge weitergeführt werden.

Beispiele einiger Loshiebe zu vergl. in § 98 und 99.

5. Bezeichnung der Einteilungslinien, Betriebsklassen, Hiebszüge, Abteilungen und Bestände.

§ 91. Die Wirtschaftsstreifen werden in Sachsen mit lateinischen Buchstaben die Schneisen mit deutschen Ziffern bezeichnet. Um diese Bezeichnungen von der übrigen Schrift der Karte zu unterscheiden, ringelt man sie ein und stellt sie senkrecht auf die Basis der Schneisen. (S. Fig. § 88.) Ein Wirtschaftsstreifen oder eine Schneise, die ununterbrochen, wenn auch nicht geradlinig, ein ganzes Revier durchlaufen, erhalten einen Buchstaben oder eine Nummer. In gleicher Weise kann man auch verfahren für größere, aus mehreren Revieren bestehende Waldkomplexe. Es ist gebräuchlich, wenn auch nicht gerade nötig, die Bezeichnung der Wirtschaftsstreifen und Schneisen im Walde anzubringen.

Die Betriebsklassen werden durch römische Ziffern in den Schriften, aber gewöhnlich nicht auf den Karten bezeichnet. Letzteres ist namentlich dann unzweckmäßig und umständlich, wenn die Betriebsklassen nicht örtlich zusammenhängen, sondern wenn eine oder die andere in kleineren Flächen über das Revier zerstreut ist.

Die Hiebszüge können in den Taxationsvorschriften einen großen lateinischen Buchstaben, vielleicht auch einen dem ortsüblichen Gebrauch entsprechenden Namen erhalten. Es genügt aber auch, wenn man die Aufzählung überhaupt für nötig erachtet, die Bezeichnung: 1., 2., etc. Hiebszug.

Die Abteilungen werden auf Karten und in den Schriften mit kleinen arabischen Ziffern bezeichnet. Die Nummernfolge hat sich nach der Hiebsfolge zu richten (vergl. die Fig. in § 88 und § 98). Zerfällt ein Revier in einige größere, im örtlichen Zusammenhange liegende Betriebsklassen, so können die Abteilungsnummern nach ihnen gerichtet werden, so daß z. B. die eine Betriebsklasse die Nummern 1—30, die andere die Nummern 31—65 erhält. Falsch wäre es jedoch, die Nummernfolge in jeder Betriebsklasse für sich wieder mit 1 zu beginnen. Innerhalb desselben Forstorts darf die eine Nummer auch nur eine bestimmte Abteilung bezeichnen, also nur einmal vorkommen. Zur leichteren Orientierung im Walde ist es nötig, daß die Abteilungsnummern an den Eckpunkten der Abteilungen und bezw. an durchführenden Hauptwegen in entsprechender Weise kenntlich gemacht werden. Es ist vielfach gebräuchlich und sehr zweckmäßig, die Abteilungsnummern auf mit Oelfarbe gestrichenen Blechtäfelchen, die an passend stehenden Bäumen oder Säulen aufgehängt werden, anzubringen. Wo sie in großer Zahl zur Verfügung stehen, wie z. B. im Schwarzwald, werden auch Steinblöcke mit Vorteil als Nummernträger aufgestellt. Weniger geeignet ist die Verwendung von Nummernpfosten aller Art, da sie insbe-

sondere der Zerstörung durch Natur und Holzabfuhr sehr ausgesetzt sind. Neumeister empfiehlt (Forsteinrichtung der Zukunft S. 16) das unmittelbare Anschreiben an starke Bäume oder Nummernpfähle.

Die Bestände oder Unterabteilungen erhalten kleine lateinische Buchstaben, die in jeder Abteilung mit a beginnen.

Die in Württemberg unter der Herrschaft des Fachwerks entstandene und jetzt noch übliche Bezeichnung der Unterabteilungen nach ihrem Alter, der 1—20 jähr. Bestände mit a, der 20—40 jährigen mit b, der 40—60 jährigen mit c usw. ist, jedenfalls vom Standpunkt der Bestandeswirtschaft aus, ganz zu verwerfen, weil die Bezeichnung des einzelnen Bestandes mit zunehmendem Alter sich fortgesetzt ändert. Dazu werden hier noch die Grenzen durch Vereinigung und Trennung sich im Alter nahestehender Teile immer wieder andere, so daß eine fruchtbare Statistik und ein Festhalten der Bestandesgeschichte zur Unmöglichkeit wird.

Das Entstehen einer solchen Benennung erklärt sich daraus, daß die Unterabteilung den Fachwerkern als etwas vorübergehendes, weil unerwünschtes und abnormes erschien, das so bald als möglich verschwinden sollte, um der Abteilungseinheit Platz zu machen, das also keiner Dauerbezeichnung und statistischen Erfassung bedürfte.

III. Die Ertragsbestimmung.

1. Allgemeines.

§ 92. Im folgenden schildern wir zunächst jene Methode der Ertragsbestimmung, welche sich in der Literatur den Namen des Verfahrens der Bestandswirtschaft erworben hat, da wir dieselbe für die richtigste halten.

Der Ausdruck „Bestandswirtschaft" ist deshalb gerechtfertigt, weil dieses Verfahren den Anforderungen der Einzelbestände, namentlich deren wirtschaftlicher Reife grundsätzlich mehr Rücksicht schenkt und in der Anwendung auch schenken kann, als es andere ältere Methoden tun. Zunächst wird es sich allerdings mehr um eine „Bestandskomplexwirtschaft" als eine reine Bestandswirtschaft handeln, weil meist Bestandsgruppen in Betracht kommen. Die älteren Methoden suchen auf verschiedene, ihnen eigentümliche Weise den jährlichen Ertrag oder Hiebssatz, sei es nach dem Maßstabe der Fläche, sei es nach Maßgabe der Masse, durch Beurteilung des gesamten Waldvermögens zu ermitteln. Die Rücksichten auf die wirtschaftlichen Anforderungen der Einzelbestände wirken dabei bald mehr, bald weniger modifizierend auf den summarisch ermittelten Hiebssatz ein. Jenen Methoden, die diese Modifikationen in der Anwendung am schärfsten hervortreten lassen, gebührt ein Vorzug vor den übrigen, denn sie nähern sich am meisten dem Verfahren der Bestandswirtschaft, ja sie können mitunter ganz zu demselben Ziele führen. Letztere Methode schlägt aber grundsätzlich einen anderen Weg ein. Im Rahmen der gegebenen Waldeinteilung und unter steter Beachtung des Strebens nach einer wohlgeordneten Hiebsfolge, also nach normaler Verteilung der Altersklassen, sucht sie zunächst in möglichst kurzer Zeit die überreifen, dann die reifen Bestände zum Hiebe zu bringen. Um jedoch die für die meisten wirtschaftlichen Verhältnisse, namentlich für größere Waldungen in nachteiliger Weise störenden, zu großen Schwankungen des jährlichen oder periodischen Hiebssatzes tunlichst zu vermeiden, modifiziert sie den durch Zusammenstellung der einzelnen Hiebsorte gefundenen Hiebssatz an Fläche oder Masse durch Rücksichten auf das Ganze, indem sie den normalen Hiebssatz und das wirkliche Altersklassenverhältnis ihren Erwägungen zugrunde legt.

Unmittelbare Folge dieses Grundsatzes ist es, daß die Bestandswirtschaft die sogenannte Ertragsregelung nicht als vollkommen selbständige, neben der Wald-

einteilung bestehende oder dieser folgende Aufgabe betrachten kann, wie es z. B. die reinen Normalvorratsmethoden (§§ 47—49) tun. Beide Aufgaben beeinflussen sich hier vielmehr gegenseitig derartig, daß sie eng Hand in Hand gehen müssen; immerhin erscheinen sie aber — die Ertragsbestimmung und die räumliche Ordnung — auf getrennten Grundlagen aufgebaut und sind nicht in jenem verderblichen Maße verquickt, wie dies das Fachwerksprinzip bedingt. Deshalb verdient auch für beide zusammen der gemeinsame technische Ausdruck „Forsteinrichtung" den Vorzug vor allen anderen, hier und da gebräuchlichen Ausdrücken.

§ 93. Ein allgemeiner Wirtschaftsplan bildet die Grundlage der Forsteinrichtung, einschließlich der Ertragsbestimmung. Durch die Waldeinteilung (§§ 81—88) ist der Wald mit Hilfe natürlicher oder künstlicher Trennungslinien unter steter Beachtung des Geländes und der Transportverhältnisse in Betriebsklassen, Hiebszüge und Abteilungen geteilt. Die allgemeine Ordnung des Hiebsganges ist dadurch angebahnt, ein allgemeiner Flächeneinrichtungsplan gegeben. Eine Verteilung der einzelnen Abteilungen an im voraus bestimmte Zeitperioden, wie sie z. B. das alte Flächenfachwerk (§ 53) vornimmt, ist unzweckmäßig, auch unnötig. Dagegen erfordert jeder einzelne Hiebszug sowohl für sich allein, als auch mit Rücksicht auf die benachbarten Hiebszüge eingehende Erwägungen darüber, ob und wo in ihm der Hieb zu beginnen, ob letzterer rascher oder langsamer fortzuschreiten habe. Dabei erscheint es als eine Hauptaufgabe, die Schlagreihen so zu behandeln, daß sie sich allmählich, in längerer oder kürzerer Zeit, dem Rahmen der Hiebszüge einfügen. Dieselbe Aufgabe fällt den Revisionen namentlich dann zu, wenn im Verlaufe der Zeit durch Elementarereignisse die bereits angebahnte oder erreichte Hiebsordnung gestört worden ist.

Die zahllos verschiedenen Gruppierungen der Bestände, die sehr verschiedenen Rücksichten auf Bestandsgründung, Pflege und Ernte lassen sich nicht schematisch in tabellarische Rubriken bringen. In jedem einzelnen Hiebszug entscheidet jedoch der erste Anhieb in der Regel über den weiteren Fortgang des Hiebes, es bedarf also keiner besonderen Vorschriften darüber. Dort, wo gewisse wirtschaftliche Maßregeln Vorausbestimmungen für längere Zeit fordern, müssen dieselben natürlich gegeben werden. Dies tritt z. B. ein bei Umwandlungen von Betriebsarten, oder wenn es sich darum handelt, in Althölzern eine größere Lichtstellung durch Unterbau eines Bodenschutzholzes zu ermöglichen, um besonders starke Sortimente zu erziehen. Weil jedoch einzelne Hiebszüge mitunter weitergehende, besondere Vorausbestimmungen nötig machen, ist man durchaus nicht gezwungen, für alle Hiebszüge solche Zukunftsvorschriften zu geben. Der allgemeine Wirtschaftsplan hat sich deshalb auf solche nicht zu erstrecken, denn es ist durchaus überflüssig, ins Einzelne gehende Hiebspläne für lange Zeiträume, für ganze Umtriebszeiten zu entwerfen, da sie doch, wie die Erfahrung hinreichend gelehrt hat, nach wenigen Jahrzehnten meist unbrauchbar geworden sind.

Diese Erfahrungen hat man überall da sammeln können, wo in langen Zeiträumen der Versuch regelmäßig durchgeführt wurde, derartige, für ganze Umtriebszeiten aufgestellte Wirtschaftspläne durch von Zeit zu Zeit, meist von 10 zu 10 Jahren abgehaltene Einrichtungsrevisionen zu berichtigen. Diesen Revisionen fiel anfänglich hauptsächlich die Aufgabe zu, alle im Verlaufe der Zeit eintretenden Störungen der planmäßigen Wirtschaft durch entsprechende Aenderungen des gegebenen, fertigen Wirtschaftsplanes auszugleichen.

Derartige Störungen und nötige Veränderungen traten jedoch meist schon nach wenigen Jahrzehnten in so großer Anzahl ein, daß von dem gegebenen Wirtschafts-

plane fast nichts mehr übrig blieb, als der durch die Waldeinteilung geschaffene Rahmen für die Hiebsordnung. Auch dieser mußte nicht selten wesentlichen Berichtigungen unterliegen, weil man früher die Hiebszüge zu lang gemacht oder das Einteilungsnetz nicht genügend dem Gelände angepaßt hatte, oder weil mitunter die Anlage neuer Straßen und Eisenbahnen zu Aenderungen zwangen. Aus diesem Grunde brachten die wiederholt abgehaltenen Revisionen allmählich die Ansicht mehr und mehr zur Geltung, daß der Schwerpunkt der ganzen Ertragsregelung nicht in einem beim Anfange der Einrichtung für die ganze Umtriebszeit entworfenen, allgemeinen Hiebsplane nach Fläche oder Masse zu suchen sei, sondern in den Revisionen selbst. Diese wurden dadurch zu periodischen Fortsetzungen des ganzen Einrichtungswerkes, weshalb wir schon an dieser Stelle ihrer gedenken müssen.

Eine unmittelbare Folge dieses Fortschrittes mußte die sein, daß man die zu erstrebende, nach den verschiedenen Verhältnissen mehr oder weniger strenge Nachhaltigkeit der Nutzung nicht durch weit hinausreichende Zukunftsrechnungen, sondern durch die Revisionen selbst zu sichern suchte. Für jeden, meist 10 jährigen Revisionszeitraum wird ein n e u e r Plan aufgestellt, für den im allgemeinen nur die durch die Waldeinteilung gegebene planmäßige Richtung des Hiebsganges feststeht, soweit diese nicht selbst Berichtigungen fordert [1]).

Um die Nachhaltigkeit der Nutzung so zu wahren, wie dies wirtschaftlich wirklich notwendig ist, stützt man die Rechnung bei Ermittelung des Hiebssatzes besonders auf drei Faktoren: den n o r m a l e n J a h r e s s c h l a g, das A l t e r s k l a s s e n v e r h ä l t n i s, die f r ü h e r e A b n u t z u n g. Dadurch gewinnt man den Regulator für die Reduktion jener Hiebsfläche oder Hiebsmasse, die man lediglich durch den Ansatz der hiebsreifen und hiebsfähigen Bestände gewonnen hat. Je öfter nun Revisionen schon stattgefunden haben, desto brauchbarere Durchschnittszahlen liegen vor über die frühere Abnutzung, über die allmähliche Gestaltung des Altersverhältnisses. Je mehr man infolgedessen die für die Zukunft zu gebenden Bestimmungen auf die durch planmäßige Wirtschaft gewonnenen Erfahrungen aus der Vergangenheit stützen kann, desto mehr ist es gerechtfertigt, den neuen Wirtschafts- oder Hiebsplan lediglich für eine kurze Zeit, für ein Jahrzehnt, aufzustellen.

Wo freilich bei ganz neuen Forsteinrichtungen die frühere Buchführung und Kartierung genügende Anhaltspunkte aus der Vergangenheit nicht gewähren, wo also weder die durchschnittliche frühere Abnutzung, noch die allmähliche Gestaltung des Altersklassenverhältnisses ermittelt werden können, dort bleibt nichts anderes übrig, als den Regulator der Hiebsfläche oder Hiebsmasse für das kommende Jahrzehnt durch eine etwas weiter reichende Betrachtung der Zukunft zu gewinnen. Fast immer wird aber für diesen Zweck ein Hauungsplan genügen, welcher sich auf 2—3, in ungünstigsten Fällen vielleicht auch einmal auf 4 Jahrzehnte erstreckt.

Eine bestimmte Formel für die Ermittelung des Hiebssatzes oder ein bestimmtes Schema für diese Rechnungen lassen sich allerdings nicht geben; nach Maßgabe der gerade vorliegenden Verhältnisse ist in verschiedenen Fällen verschieden zu verfahren. Grundsätzlich bleibt jedoch das hauptsächlichste Streben der Forsteinrichtung auf H e r s t e l l u n g d e s n o r m a l e n A l t e r s k l a s s e n v e r h ä l t n i s s e s i n G r ö ß e u n d V e r t e i l u n g gerichtet. Diesem Streben müssen daher unter allen Umständen die zur Forsteinrichtung gehörigen Arbeiten der Ertragsbestimmung gerecht werden, wenn sie ihrerseits auch das ganz besondere Ziel verfolgen, alle hiebsfähigen, erntereifen, zuwachsarmen Bestände möglichst bald zum Hiebe zu

---

1) Bezüglich der Revisionsarbeiten selbst ist zu verweisen auf die §§ 114—119.

bringen, soweit dies die Rücksichten auf die Hiebsordnung und auf die Einhaltung einer gleichmäßigen Jahresnutzung gestatten.

2. Die Endnutzungen.

§ 94. Die Ertragsbestimmung hat es zunächst mit der Endnutzung zu tun. Schon bei der Wahl der Betriebsklassen sind Ermittelungen der finanziellen Umtriebszeiten vorgenommen worden. Diese werden vervollständigt durch die Berechnung von Bodenrenten aus charakteristischen Beständen, sowie durch Ermittelung einer Reihe von Weiserprozenten. So wird es möglich, innerhalb gewisser Grenzen von etwa 10 bis 20 Jahren den Umtrieb annähernd festzustellen. Dieser gibt einen allgemeinen Anhaltspunkt darüber, wie groß ungefähr die Hiebsfläche während der nächsten 10 bis 20 Jahre gewählt werden kann. Dabei ist jedoch nicht zu übersehen, daß besondere äußere oder innere Waldverhältnisse maßgebend mit einwirken können oder müssen. Namentlich können beispielsweise große Abnormitäten des Altersklassenverhältnisses in Größe und Verteilung oft dazu zwingen, eine andere Hiebsfläche zu wählen, als sie die Berechnung nach dem Umtriebe ergeben hat. Die schließlich anzunehmende Hiebsfläche, die als Regulator bei der Festsetzung des Hiebssatzes dienen muß, ist nicht das Ergebnis einer einseitigen Rechnung, sondern das vielseitiger Erwägungen, unter denen allerdings die Beachtung des finanziellen Umtriebes eine Rolle spielt.

Hierauf wird mit Hilfe des Einrichtungshandbuchs (Taxationsmanuales) und der vorliegenden Bestandskarte die Zusammenstellung der einzelnen Hiebsorte für die nächsten 10 oder 20 Jahre vorgenommen. Unter steter Berücksichtigung der Hiebsfolge, um weder Gefahren des Windbruches, noch Schwierigkeiten bezüglich der Abfuhr hervorzurufen, sind in den ersten Hiebsentwurf aufzunehmen:

1. Alle wirtschaftlichen Notwendigkeiten. Dahin gehören alle Loshiebe und jene Schläge, die zur Verkürzung der Schlagreihen und zur allmählichen Ordnung der Hiebsfolge in den Hiebszügen geführt werden müssen.

2. Alle entschieden hiebsreifen Orte, deren Weiserprozent unzweifelhaft unter den angenommenen Wirtschaftszinsfuß gesunken ist, soweit überhaupt die Möglichkeit vorliegt, sie unter Beachtung der Hiebsfolge und ohne Gefahr für dahinter liegende Mittelhölzer zu schlagen.

3. Alle jene Bestände, die der Ordnung der Hiebsfolge als Opfer fallen müssen, z. B. kleine, noch nicht erntereife Mittelhölzer, die innerhalb entschieden hiebsreifer Orte liegen nnd nicht übergehalten werden können.

Etwaige Zweifel bezüglich der unter 2 und 3 genannten Bestände, welches Opfer größer sei, das Stehenlassen eines hiebsreifen oder der Abtrieb eines noch nicht reifen Ortes, kann meistens schon die Flächengröße der fraglichen Bestände entscheiden. Je schwieriger übrigens in solchen Fällen die Entscheidung ist, desto geringer sind natürlich die wirtschaftlichen Opfer, man mag für oder gegen den Abtrieb beschließen; es wird deshalb in derartigen Zweifelsfällen die Rücksicht auf die Ordnung des Hiebsganges maßgebend bleiben.

4. Jene Bestände, deren Hiebsreife im Sinne des Weiserprozentes zweifelhaft ist, soweit diese überhaupt vom Hiebe getroffen werden können. Diese Orte machen eine möglichst genaue Berechnung des Weiserprozentes einerseits zwar wünschenswert, andrerseits werden aber auch Irrtümer,

die in der Unvollkommenheit dieser Rechnung ihren Grund haben können, mit den geringsten wirtschaftlichen Opfern verknüpft sein.

Die Summe der unter 1—4 genannten Hiebsorte nach Fläche und Masse würde den Hiebssatz als Folge einer uneingeschränkten Bestandswirtschaft für den gewählten Wirtschaftszeitraum ergeben.

Für kleine, im aussetzenden Betriebe zu bewirtschaftende Wälder, bei denen man ohnehin auf die Regelmäßigkeit der Jahresnutzung verzichten kann, bedarf es eines weiteren Regulators für diesen so gefundenen Hiebssatz nicht. Anders ist es mit größeren Waldungen, für die namentlich die Rücksichten auf den Holzmarkt und auf die Waldarbeiter nicht bloß den aussetzenden Betrieb, sondern auch allzugroße Ertragsschwankungen unmöglich machen, sowie bei Waldungen, deren Besitzer zu nachhaltiger Wirtschaft verpflichtet ist. Hier muß der aus dem Ansatze der einzelnen Bestände gewonnene Hiebssatz einem modifizierenden Regulator unterliegen. Als solcher ist, wie wir schon hervorhoben, der dem finanziellen Umtrieb entsprechende normale Jahresschlag $\frac{F}{u}$ zu betrachten, wenn das Altersklassenverhältnis nicht sehr abnorm ist. Bei großer Abnormität des Altersklassenverhältnisses kann man allerdings die einfache Größe des Jahresschlages nicht ohne weiteres als Regulator wählen, sondern nur eine solche, die sich durch Berücksichtigung der Abnormität nach allgemeinen Erwägungen ermitteln läßt. Bei bedeutendem Ueberschuß an Althölzern wird man z. B. etwas mehr, bei einem Mangel derselben etwas weniger Fläche annehmen. Um eine scharf bestimmte, genau berechnete Größe handelt es sich hier nicht, sondern nur um die Angabe des ungefähren Höchst- und Mindestmaßes der möglichen Hiebsfläche. Bewegt sich nun der als Summe der unter 1—4 genannten Bestände berechnete Hiebssatz innerhalb dieser Grenzen, so kann man ihn ohne weitere Abänderungen annehmen. Ueberschreitet die Summe der vorläufig angesetzten Hiebsorte das Höchstmaß der Hiebsfläche, so läßt sich meist mit Hilfe der unter 4 angesetzten, hiebszweifelhaften Bestände eine Berichtigung vornehmen. Erreicht die Summe nicht das Mindestmaß, so wird man sich, wenn eine recht sparsame Wirtschaft möglich ist, dabei beruhigen, oder man muß nötigenfalls noch einige Hiebsflächen aus Orten wählen, die ihrer Erntereife am nächsten stehen und abtriebsfähig sind.

Anstatt eines Regulators in der Fläche läßt sich auch ein solcher aus dem Verhältnis zwischen dem normalen und dem wirklichen Vorrat, kurz gesagt, die Formel einer der Normalvorratsmethoden (§ 47—50) wählen, wir geben aber der Einfachheit wegen ersterem den Vorzug. Die späteren Revisionen finden übrigens in dem wertvollen Endergebnis der Abnutzungstabelle einen sehr einfachen und brauchbaren Regulator für den künftigen Hiebssatz.

Anmerkung. Wenn im vorstehenden unter Erntereife der Bestände eine solche im Sinne der Finanzwirtschaft zu verstehen ist, weil wir die Grundsätze der letzteren für richtig halten, so ist dies immerhin nicht ohne weiteres charakteristisch für das Verfahren der sogenannten Bestandswirtschaft. Dieses behält auch dann einen ihm eigentümlichen Wert, wenn man die Erntereife der Bestände nach anderen Rücksichten, z. B. nach den Anforderungen des Umtriebes der höchsten Massenproduktion oder nach denen des technischen Umtriebes bemessen wollte.

3. Die Vornutzungen.

§ 95. Im Sinne des normal bestockten, schlagweisen Hochwaldes werden Vor- oder Zwischennutzungen fast nur als Durchforstungen erfolgen. Die wirkliche Wirtschaftsführung erfordert dagegen die formelle Abgrenzung eines erweiterten Begriffes der Vornutzungen, um den tatsächlichen Verhältnissen des Waldes in Buch und Rechnung zu entsprechen, namentlich um letztere in kurzen, gewöhnlich jährlichen, Zeit-

räumen abschließen zu können. Zur Erklärung des Begriffes der Vornutzungen gehen wir im Anschluß an die im Königreich Sachsen geltende Vorschrift (v. 1897) für die Taxationsnachträge von den Endnutzungen aus.

Unter Endnutzungen verstehen wir:

1. Alle Erträge von planmäßigen und außerplanmäßigen Kahl-, Blender-, Mittel- und Niederwaldschlägen, sowie von Blenderungen.

2. Sämtliche Einzelnutzungen aus den im laufenden Wirtschaftsplane zum Kahlhiebe angesetzten oder zur allmählichen Verjüngung bestimmten Beständen oder Bestandsteilen.

3. Die infolge von Naturereignissen in den nicht zum Hiebe stehenden Orten entstehenden Einzelnutzungen von solcher Bedeutung, daß die Verjüngung des betreffenden Bestandes oder Bestandsteiles unzweifelhaft geboten erscheint, gleichviel ob der Abtrieb in nächster Zeit wirklich erfolgen kann oder nicht. (Erreichen jedoch derartig beschädigte Bestandsteile die Größe von 0,20 ha nicht, so ist betreffender Ertrag als Vornutzung zu buchen.)

4. Alle Nutzungen, die zu Verjüngungszwecken erfolgen, auch wenn dabei eine Fläche nicht zu buchen ist, oder die Verjüngung selbst aufgeschoben werden muß, also z. B. Erträge von unter 5 m breiten Absäumungen (Freihieben, S. 428), Vorentnahme zur Begünstigung von Unterwuchs und dergl.

5. Diejenigen Erträge, durch deren Gewinnung bestimmte Flächen dauernd der Holzzucht entzogen werden, und zwar auch dann, wenn zunächst oder überhaupt eine Fläche nicht erscheint, also z. B. Räumungen behufs Vergrößerung von Steinbrüchen, Kiesgruben etc., durch die erst nach und nach eine Fläche vom Holzboden zum Nichtholzboden übertritt, Schneisendurchhiebe, Durchhiebe behufs Neuanlage von unter 5 m breiten Wegen, Herstellung dauernd holzleer zu erhaltender Streifen längs wichtiger Wege, längs der Grenzen und Nichtholzbodenflächen.

Als Vornutzungen gelten alle Erträge, die nach den vorstehenden Bestimmungen nicht unter die Endnutzungen gehören, also

1. die Erträge der Durchforstungen,
2. die der Läuterungs- oder Reinigungshiebe,
3. die Erträge von Räumungen und Aufastungen,
4. die zufälligen Nutzungen, als z. B. Entnahmen von dürren Bäumen, Wind- und Schneebruchhölzern und dergl., insoweit sie nicht in Hiebsorten erfolgen (Insgemeinnutzung, Scheidholz).

Bezüglich der unter 4 genannten Vornutzungen sind Zweifel oft darüber möglich, ob sie nicht zu den oben unter 3 erwähnten Endnutzungen zu rechnen seien. Eine so scharfe Abgrenzung beider Nutzungen, die alle Zweifel ausschließen möchte, läßt sich aber nur mit Hilfe künstlicher Voraussetzungen schaffen. Jedenfalls ist für die zufälligen Nutzungen, die als Vornutzungen zu gelten haben, bezeichnend, daß sie nicht zur Erreichung eines vorgesteckten wirtschaftlichen Zieles dienen, sondern durch äußere zufällige Anlässe bedingt sind [1]).

---

1) Die preußische Staatsforstverwaltung zählt zu den Vornutzungen im Hochwalde:

1. die Durchforstungen, welche den Nebenbestand betreffen,

2. die stamm- und gruppenweisen Hauungen der Bestandespflege im Hauptbestande, die keine Bestandsergänzung oder über 5% betragende Verminderung des vorausgesetzten Hauptnutzungsertrages begründen (Läuterungshiebe, Auszugshiebe),

3. die Holznutzungen, die infolge von Waldbeschädigungen eingehen, ohne jedoch zu einer Bestandesergänzung zu nötigen und ohne die vorausgesetzte Hauptnutzung um mehr als 5% zu schmälern (Einzeltrocknis, Einzelbruch durch Wind etc.).

Soweit die Nutzungen zu 1—3 in Beständen der laufenden Wirtschaftsperiode eingehen, sind sie aber als Endnutzungen zu behandeln. Alle Erträge des Mittel- und Blenderwaldes zählen

Die Schätzung des zu erwartenden Ertrages der Vornutzungen kann bestandsweise nur bei den unter 1—3 genannten Nutzungen erfolgen, die zufälligen Nutzungen lassen sich im einzelnen nicht vorausbestimmen. Man wird jedoch auch für die ersteren eine summarische Veranschlagung, womöglich getrennt nach den verschiedenen Kategorien, auf der Grundlage örtlicher Erfahrungen aus der Vergangenheit für einen genügenden Weg halten dürfen. Wo diese örtlichen Erfahrungen fehlen, da werden doch meist dem Forsteinrichter von anderen, ähnlichen Revieren brauchbare Durchschnittsgrößen zu Gebote stehen.

Die Durchforstungsorte sind einzeln mit ihrer Fläche, aber ohne Schätzung und Angabe der Einzelerträge, zu verzeichnen. Die Orte, aus denen die unter 2 und 3 genannten Vornutzungen erfolgen, sind einfach ohne Flächenangabe zusammenzustellen.

Bei allen Anschlägen, die sich auf Durchschnittszahlen der Vergangenheit stützen, ist selbstverständlich den etwa veränderten Verhältnissen Rechnung zu tragen. Ebenso sind auch an Vornutzungen ungewöhnlich reiche Jahre (umfangreiche Wind-, Schneebrüche etc.) bei der Berechnung des Durchschnittes außer Ansatz zu lassen.

§ 96. Die Frage, ob die Vornutzungen bei der Ermittelung des Hiebssatzes und bei der endgültigen Buchung im Wirtschaftsplane den Endnutzungen zuzurechnen seien, ob also ein aus der Summe beider bestehender Hiebssatz aufgestellt werden soll, oder ob man beide getrennt zu halten hat, ist verschieden beantwortet worden [1]). So viel steht wohl fest, daß man bei der Ertragsbestimmung zunächst allein die Endnutzung zu ermitteln hat, und daß es auch am einfachsten ist, wenn nur diese für die künftige Wirtschaft maßgebend bleibt. Dabei läßt sich aber nicht leugnen, daß man nicht selten in stärkerer oder geringerer Durchforstung der in Frage kommenden Bestände ein willkommenes Hilfsmittel erblicken kann oder muß, um unvermeidliche Schwankungen der Endnutzungen für eine gewisse Zeit auszugleichen. Man mag nun so oder so verfahren, also entweder als zu nutzenden und zu kontrollierenden Hiebssatz nur den der Endnutzungen dem Wirtschaftsplane einfügen und die unsicheren Vornutzungen mehr nebenher laufen lassen, oder die Summe von beiden als maßgebend für die wirklich zu verschlagende Holzmasse betrachten, in beiden Fällen muß immerhin wegen der wenigstens in größeren Waldgebieten nötigen Aufstellung des Voranschlags für den Etat diese Summe gezogen werden.

Schwierig ist aber die Erledigung der Frage, inwieweit der Wirtschafter an die Erfüllung der planmäßigen Endnutzungen gebunden sein soll, wenn der erfolgende Ertrag der Vornutzungen deren Ansatz nicht erreicht oder überschreitet.

Im allgemeinen ist wohl daran festzuhalten, daß die zum Hiebe gesetzten Bestände, wenn irgend möglich, während des bestimmten Wirtschaftszeitraumes auch tatsächlich abgetrieben werden sollen. Dieser Grundsatz bedarf aber doch einiger Einschränkungen, die sich in der Hauptsache auf folgendes zurückführen lassen:

1. Erreicht der wirkliche Ertrag der Vornutzungen den angesetzten nicht, so muß der gesamte Hiebssatz unerfüllt bleiben, denn es ist mit dem Plane nicht vereinbar, deshalb mehr Bestände, als dazu bestimmt waren, zum Abtriebe zu bringen.

2. Uebersteigt der wirkliche den angesetzten Ertrag der Vornutzungen, so ist nach Maßgabe der Ursachen dieses Erfolges verschieden zu verfahren.

a) Die Erträge von Durchforstungen, Läuterungshieben, Räumungen von Waldrechtern und dergl. können wohl zur Ausgleichung von Unregelmäßigkeiten der einzelnen jährlichen Endnutzungen verwendet werden, dagegen soll eine Ersparung an

---

ebenfalls zur Endnutzung. — Zu vergl. v. Hagen, „Die forstlichen Verhältnisse Preußens", 3. Aufl., bearbeitet von Donner, 1894. 1. Bd. S. 208.

1) Vgl. auch Wagner, Blendersaumschlag und sein System 1912 S. 290 ff.

planmäßiger Hiebsfläche niemals Folge derartiger Mehrerträge sein, da deren Gewinnung nicht bloß Maßregel der Ernte, sondern auch der Bestandspflege ist.

b) Zufällige Erträge von Trockenhölzern, Wind- und Schneebrüchen usw. veranlassen eine entsprechende Zurückstellung von der planmäßigen Hiebsfläche, wenn sie

α) planwidrige Flächenabtriebe, „Vorhauungen“ bedingen, in welchem Falle sie ohnehin den Charakter von Vornutzungen verlieren, d. h. zu den Endnutzungen zu rechnen sind,

β) wenn sie nachweisbar, und zwar mit bedeutendem Betrage, auf Kosten der künftigen Abtriebserträge einzelner Bestände erfolgen, selbst ohne daß planwidrige Flächenabtriebe vorgenommen werden können oder müssen.

Diese hier angedeuteten Rücksichten wird man auf alle Fälle beachten müssen, man mag für den Wirtschaftsplan nur einen Endnutzungs-Hiebssatz oder einen solchen als Summe der End- und Vornutzungen gegeben haben.

4. Zerfällung des Hiebssatzes in Sortimente.

§ 97. Wo alle Sortimente, also auch Reisig, absetzbar sind, erfolgt in Sachsen die Schätzung der Bestände nach der Summe von Derbholz und Reisig, nach der sogenannten Gesamtmasse, und zwar bezüglich der einzelnen Holzarten wenigstens getrennt in Laub- und Nadelholz. Nur ausnahmsweise sind besonders wertvolle Holzarten, z. B. alte Eichen, gesondert anzusetzen.

Bei Berechnung des Hiebssatzes aus den einzelnen Beständen erhält man also eine Summe, die getrennt nach Laubholz und Nadelholz die zu erwartende Gesamtmasse ergibt. Die Trennung dieser Summe in Derbholz und Reisig, ferner aber auch die Trennung derselben in Nutz- und Brennholz, erfolgt am zuverlässigsten nach örtlichen Erfahrungssätzen (bez. Prozenten), wie solche in der Abnutzungstabelle enthalten sein sollen. Diese müssen freilich bei wesentlich anderem Charakter der Hiebsorte gegenüber dem der früheren, abgetriebenen Bestände, oder bei wesentlichen Veränderungen des Holzmarktes sachverständigen Abänderungen unterliegen.

Ebenso ist bezüglich des Stockholzes zu verfahren, das man am sichersten nach seinem Verhältnis zu der zu erwartenden Derbholzmasse veranschlagt.

Dort, wo Reisig keinen Absatz findet, erfolgt die Einschätzung der Hiebsorte zweckmäßig auch nur nach Derbholz.

Ob eine derartige Feststellung des Nutzungssatzes bald in Gesamtmasse, bald nur in Derbholz zweckmäßig ist, dürfte übrigens fraglich sein. Eine Regelung des Waldertrags grundsätzlich nur nach der Derbholzmasse, wie sie außerhalb Sachsens wohl meist üblich ist, kann jedenfalls die Vorzüge für sich in Anspruch nehmen, einmal, daß hier die Ertragsregelung stets auf gleicher Grundlage erfolgt und dann insbesondere, daß sie von einer in Vorausbestimmung wie Kontrolle gleich unsicheren Größe — der Reisigmasse — befreit ist. Der Reisholzanteil am Vorrat ist schwer festzustellen, auch wird das Reisig vielfach nicht aufbereitet, sondern nach Haufen und Flächenlosen geschätzt verkauft.

5. Beispiel der Ertragsbestimmung für den schlagweisen Hochwald, insbesondere Kahlschlagbetrieb.

§ 98. Ein Hochwald, der in der Hauptsache aus Fichten, hier und da gemischt mit einigen Buchen und Tannen, besteht, ist 171,09 ha groß, eine Fläche, von welcher 169,84 ha dem Holzboden, 1,25 ha dem Nichtholzboden, nämlich der den Wald durchschneidenden Straße, angehören. Der ganze Wald bildet eine Betriebsklasse und im

großen Durchschnitt lassen die Standorts- und Ertragsverhältnisse die Bonitierungstafeln des § 66 anwendbar erscheinen. Die Standortsbonitäten sind in der Tabelle § 77 zusammengestellt.

Folgende Karte, im Maßstabe von ungefähr 1 : 17 500, gibt ein Bild von der Verteilung der Altersklassen.

Nadelholz.

Blöfse. I. Kl. 1–20 J. II. Kl. 21–40 J. III. Kl. 41–60 J. IV. Kl. 61–80 J. V. Kl. 81–100 J.

Die Einteilung des Waldes erfolgte so, daß man die vor einigen Jahren neugebaute, 6 m breite Talstraße als Wirtschaftsstreifen gewählt hat, auf den sich mehr oder weniger rechtwinklig die Schneisen 1 bis 4 stellen. Die Schläge können später alle parallel diesen Schneisen geführt werden. Die Neigung des Tales geht von Südwest nach Nordost. Die Abteilungen 1 bis 5 bilden einen Südosthang, die Abteilungen 6 bis 10 einen Nordwesthang. Die Hiebszüge bestehen meist aus zwei Abteilungen, nämlich 1 und 2, 3 und 4, 7 und 8, 9 und 10, nur die beiden Abteilungen 5 und 6 sollen jede für sich allein einen Hiebszug bilden.

In einem so kleinen Walde ist es nicht gut möglich, so viel Hiebszüge zu schaffen, daß man in einem Jahrzehnte nur einmal an derselben Stelle zu schlagen brauchte, wenn man für die Abtriebsnutzung den jährlichen Betrieb festhalten will (was übrigens keinem waldbaulichen oder sonstigen Erfordernisse entspricht), es ist aber immerhin ein genügender Wechsel der Schläge angebahnt. Die Bestandsgruppierung gestattet einen sofortigen Ausbau der oben genannten 6 Hiebszüge nicht, es entstehen zunächst, wie aus dem nachfolgenden Hiebsentwurf näher zu ersehen ist, Schlagreihen, die über die in Aussicht genommenen Hiebszugsgrenzen hinausgreifen. Die Schlagreihe des Hiebszugs 1, 2 muß bezüglich der Bestände 3^b und 3^c in Abteilung 3 übergreifen, diejenige des Hiebszugs 3, 4 kann nicht an der Schneise 2 beginnen, sondern muß in 3^a anfangen. Die drei Hiebszüge des Nordwesthanges enthalten vorläufig zusammen nur 2 Schlagreihen, deren Abgrenzung in der Hiebsrichtung an der

Bestandsgrenze zwischen 8^a und 8^b liegt. Es muß daher der späteren Zukunft vorbehalten bleiben, durch rechtzeitig eingelegte Loshiebe oder andere Maßregeln die Hiebszüge selbständig zu machen und mit eigenen Schlagreihen auszustatten. Am Nordwesthang werden z. B. einst solche Loshiebe nötig werden an der Schneise 1 und an der Schneise 3. Wann diese Maßregeln zu ergreifen sein werden, dies zu entscheiden, kann man jetzt getrost der Zukunft überlassen.

Der Kürze wegen sei die Bestandsbeschreibung nicht für die sämtlichen Rubriken des Wirtschaftsplans gegeben, sondern nur in folgender Form. Die gebrauchten Abkürzungen sind ohne Erklärung verständlich; die römischen Ziffern bedeuten die Altersklassen, die diesen beigeschriebenen arabischen Ziffern die Bestandsbonitäten.

1a	2,72 ha	Fi., einige Birk., übergeh. Bu. u. Ta., 5 jähr.	I. 2.
b	4,48 „	Blöße	
c	6,40 „	0,9 Fi., 0,1 Ta., 90 jährig	V. 2.
Abteilung 1.	13,60 ha.		
2a	7,20 ha	0,9 Fi., 0,1 Ta., 90 jährig	V. 2.
b	8,32 „	Fi., 25 jährig	II. 3.
c	4,00 „	Fi., 50 jährig	III. 2.
Abteilung 2.	19,52 ha.		
3a	11,84 ha	0,8 Fi., 0,2 Ta., einige Bu., 75 jährig . .	IV. 3.
b	5,12 „	Fi., 50 jährig	III. 2.
c	3,04 „	Fi., 25 jährig	II. 3.
Abteilung 3.	20,00 ha.		
4a	5,60 ha	0,9 Fi., 0,1 Ta., 75 jährig, durch Windbruch etwas gelichtet	IV. 1.
b	6,08 „	Fi., 35 jährig	II. 3.
c	5,60 „	Fi., einige Birk., 15 jährig	I. 2.
Abteilung 4.	17,28 ha.		
5a	3,20 ha	Fi., 35 jährig	II. 3.
b	11,68 „	Fi., einige Birk., übergeh. Bu., 10 jährig	I. 2.
c	4,32 „	0,6 Fi., 0,2 Ta., 0,2 Bu., 100 jährig, gelichtet, mit Bu.- u. Ta.-Unterwuchs	V. 2.
Abteilung 5.	19,20 ha.		
6a	2,56 ha	Fi., einige übergeh. Bu. u. Ta., 21 jährig	II. 3.
b	5,44 „	Fi., einige übergeh. Bu. u. T.a, 10 jährig	I. 3.
c	2,72 „	Fi., 65 jährig, durchbrochen	IV. 1.
d	4,16 „	0,6 Fi., 0,2 Ta., 0,2 Bu., 90 jährig . . .	V. 3.
Abteilung 6.	14,88 ha.		
7a	2,40 ha	0,6 Fi., 0,2 Ta., 0,2 Bu., 90 jährig . . .	V. 2.
b	9,76 „	Fi., einige Ta., 25 jährig	II. 3.
c	4,96 „	Fi., 65 jährig, durchbrochen	IV. 1.
Abteilung 7.	17,12 ha.		
8a	6,40 ha	Fi., einige Ta. und Bu., 25 jährig . . .	II. 4.
b	12,48 „	0,6 Fi., 0,3 Ta., 0,1 Bu., 75 jährig . . .	IV. 4.
Abteilung 8.	18,88 ha.		
9a	4,16 ha	0,6 Fi., 0,3 Ta., 0,1 Bu., 75 jährig . . .	IV. 3.
b	7,84 „	Fi., 45 jährig	III. 4.
c	3,36 „	Fi., 35 jährig	II. 4.
Abteilung 9.	15,36 ha.		

10a 3,68 ha Fi., 35jährig . . . . II. 4.
b 4,32 „ Fi., 5jährig . . . . I. 3.
c 2,24 „ Blöße
d 3,76 „ 0,5 Fi., 0,2 Ta., 0,3 Bu., 100jährig, gelichtet, mit Ta.- u. Bu.-Unterwuchs . . . . . V. 3.

Abteilung 10. 14,00 ha.

Die Summe sämtlicher Abteilungen ergibt 169,84 ha Holzboden.

Die Endnutzungen.

§ 99. Die Standorts- und Bestandsverhältnisse entsprechen zwar nicht vollständig der von uns im § 11 für die 3. Bonität entwickelten, finanziellen Ertragstafel, die dort gefundenen Ergebnisse mögen jedoch hier als Anhaltspunkt dienen, um die Annahme eines etwa 80- bis 90jährigen Umtriebes zu rechtfertigen. Uebrigens kann auch vorausgesetzt werden, daß einige Weiserprozent-Untersuchungen ein ähnliches Ergebnis gehabt hätten.

Die Vergleichung des wirklichen Altersklassenverhältnisses mit dem normalen ergibt einen Ueberblick über das Zuviel oder Zuwenig der einzelnen Klassen.

Klassen	Altersklassenverhältnis			Für den 80j. U.		Für den 90j. U.	
	wirkliches	normales		zu viel	zu wenig	zu viel	zu wenig
		80j. U.	90j. U.				
Blößen	6,72	2,10	1,87	4,62	—	4,85	—
I.	29,76	41,93	37,32	—	12,17	—	7,56
II.	46,40	41,93	37,33	4,47	—	9,07	—
III.	16,96	41,94	37,33	—	24,98	—	20,37
IV.	41,76	41,94	37,33	—	0,18	4,43	—
V.	28,24	—	18,66	28,24	—	9,58	—

Diese Klassenvergleichung weist zwar selbst für den 90jährigen Umtrieb einen kleinen Ueberschuß an Beständen IV. und V. Altersklasse nach, jedoch einen so bedenklichen Mangel an III. Altersklasse, daß eine ziemlich sparsame Wirtschaft geboten erscheint, um den nach 30 bis 40 Jahren eintretenden Mangel an Althölzern einst durch deren jetzigen Ueberschuß decken zu können. Der regelnde Einfluß der Beschaffenheit des ganzen Revieres auf den aus den Einzelbeständen ermittelten Hiebssatz wird sich also dadurch geltend machen müssen, daß man, wenn irgend tunlich, für den nächsten Wirtschaftszeitraum nicht ganz den normalen Jahresschlag des 90jährigen Umtriebes zum Hiebe bringt.

Da nun für den kleinen Wald wegen früherer, mangelhafter Buchführung jede brauchbare Rechnungsunterlage aus der Vergangenheit fehlt, stellen wir zunächst einen vorläufigen Hiebsentwurf für die nächsten 20 Jahre, nicht bloß für das nächste Jahrzehnt, mit Hilfe der Untersuchung der Einzelbestände zusammen.

1. Wirtschaftliche Notwendigkeiten.

Von 2c 0,56 ha, ein 20 m breiter Loshieb an der Grenze von 2b, wenn von diesem Bestand überhaupt nicht mehr zum Hiebe gesetzt werden kann.

Von 3a, 1,10 ha, ein 10 m breiter Loshieb längs der Grenze von 3b und ein 20 m breiter Loshieb längs der Grenze von 3c. Der an der Südseite von b gelegene Loshieb ist zwar nicht ganz ohne Gefahr, indessen muß jedenfalls a eher abgetrieben werden als b, außerdem ist zu beachten, daß 3b voraussichtlich im dritten Jahrzehnt zum Hiebe gelangen, eine Schädigung des Randes also nicht zu lange andauern wird.

Von 5a 0,48 ha, ein 20 m breiter Loshieb an der Schneise 4 und von 5b 0,27 ha, ein 10 m breiter Loshieb an derselben Schneise. Hiedurch wird die künftige Selbständigkeit des bleibenden Hiebszuges, Abteilung 5, hergestellt. Der Loshieb in a wird im ersten Jahrzehnt nur 10 m breit, seine Verbreiterung und der Loshieb in b werden erst im zweiten Jahrzehnt auszuführen sein.

Von 8b 1,20 ha, ein 20 m breiter Loshieb an der Grenze von 8a, um die aus dem Bestand 8b und den Abteilungen 9 und 10 bestehende Schlagreihe von der aus den Abteilungen 6 und 7 und dem Bestand 8a bestehenden in der Richtung des Hiebes zu trennen.

Die Summe unter 1 beträgt 3,61 ha.

2. Entschieden hiebsreife Orte, deren Weiserprozent unter den Wirtschaftszinsfuß bereits gesunken ist, in den nächsten 20 Jahren jedenfalls darunter sinken wird.

1c 6,40 ha, 2a 7,20 ha, 5c 4,32 ha, 6d 4,16 ha, 7a 2,40 ha und 10d 3,76 ha, in Summe unter 2. 28,24 ha.

3. Bestände, welche der Ordnung der Hiebsfolge zum Opfer fallen müssen.

6c 2,72 ha, von 7b etwa 1 ha, die zwischen a und c einspringende Ecke wegen des Holztransportes aus c, 7c 4,96 ha und von 3a etwa 3 ha, sowie von 8b etwa 3 ha außer den in diesen Beständen angesetzten Loshieben. In Summe 14,68 ha.

4. Zweifelhafte Bestände.

Solche sind eigentlich nur die unter 3. nicht mit angesetzten Reste von 3a und 8b, sowie die Bestände 4a und 9a. Da jedoch in diesen Beständen voraussichtlich nicht geschlagen werden kann, wenn man nicht zuviel Schläge erhalten will, lassen wir sie außer Ansatz, selbst wenn ihr Weiserprozent, was namentlich bezüglich 4a zu vermuten ist, bereits unter 3 gesunken sein sollte.

Die Summe der vorläufig zum Hieb angesetzten Bestände beträgt sonach:

unter 1.	3,61	ha
„ 2.	28,24	„
„ 3.	14,68	„
„ 4.	—,—	„
zusammen	46,53	ha.

Es würde diese Summe einen Jahresschlag von 2,33 ha, also nach der Vergleichung des Altersklassenverhältnisses eine viel zu große Fläche ergeben. Der Jahresschlag des 90jährigen Umtriebes beträgt für die nächsten 20 Jahre reichlich 37 ha, der Mangel an III. Altersklasse weist aber darauf hin, daß wir nicht einmal diesen, sondern nur etwa 25 bis 30 ha zum Hiebe setzen dürfen. Es muß also von obiger Hiebsfläche der bedeutende Betrag von etwa 15 bis 20 ha gestrichen werden.

Für diese Ersparung sind wir auf die unter 2 und 3 genannten Bestände angewiesen, sie ist hauptsächlich im Sinne der Ordnung der Hiebsfolge zu bewirken. Um dem dritten Jahrzehnt noch sehr gute Althölzer zu überliefern, und um jetzt zu große Schläge zu vermeiden, werden wir zunächst 2a mit 7,20 ha und 7a mit 2,40 ha streichen. Die Folge davon ist, daß nunmehr auch 7c mit 4,96 ha und von 7b 1 ha nicht der Hiebsordnung wegen geschlagen zu werden brauchen. Außerdem kann man in den zweifelhaften Beständen 3a und 8b, in denen der Hiebsordnung wegen 6 ha angesetzt worden sind, noch etwas ersparen, nämlich rund 2 ha von 3a und 1 ha von 8b.

Wir erhalten nach diesen Kürzungen nunmehr für die nächsten 20 Jahre folgende Hiebsorte:

	1c	6,40 ha	
von	2c	0,56 „	ein 20 m breiter Loshieb längs 2b.
„	3a	2,10 „	einschließlich des 10 m breiten Loshiebes längs b und des 20 m breiten Loshiebes längs c.
„	5a	0,48 „	ein 20 m breiter Loshieb an der Schneise 4.
„	5b	0,27 „	ein 10 m breiter Loshieb an der Schneise 4.
	5c	4,32 „	
	6c	2,72 „	
	6d	4,16 „	
„	8b	3,20 „	einschließlich des 20 m breiten Loshiebes längs 8a.
	10d	3,76 „	
Summe		27,97 ha.	

Unter Voraussetzung der Möglichkeit, diese Schläge planmäßig zu führen, würde das Altersklassenverhältnis nach 20 Jahren lauten:

Blößen	1,40 ha,	letzter Jahresschlag.
I.	33,29 „	
II.	29,49 „	
III.	45,92 „	
IV.	16,40 „	
V.	33,74 „	
VI.	9,60 „	
Summe	169,84 ha.	

Diese wesentlich günstigere Gestaltung des Altersklassenverhältnisses läßt mit ziemlicher Sicherheit erwarten, daß man bereits im dritten Jahrzehnt den normalen Jahresschlag des 90jährigen Umtriebes wird nutzen können. Die Summe der über 60 Jahre alten Hölzer beträgt dann 59,74 ha, während sie normal nur 56 ha betragen sollte, und besteht überdies vorwiegend aus über 80jährigen Beständen. Welche Orte dann zu schlagen sein werden, darüber entscheiden einst die späteren Revisionen am besten. Ja es ist nicht unmöglich, daß schon das zweite Jahrzehnt mit etwas größerer Hiebsfläche ausgestattet werden kann, als jetzt angenommen wurde, weshalb es auch statthaft erscheint, das erste Jahrzehnt, in das mehrere Loshiebe in jungen Hölzern fallen, von obigen 27,97 ha mit etwas mehr als der Hälfte zu bedenken. Dies um so mehr, als den Hiebsorten des zweiten Jahrzehntes durchschnittlich noch ein 15jähriger Zuwachs zu gute kommt.

§ 100. Mit Hilfe der Schätzungen der Hiebsorte, die wir uns hier so ausgeführt denken, daß ein besonderer Zuschlag eines durchschnittlich 5jährigen Zuwachses nicht nötig erscheint, ergibt sich für das n ä c h s t e J a h r z e h n t folgender Betrag an Endnutzungen:

	Fläche	Ertrag 1 ha	Ertrag im Ganzen
von 1c	3,20 ha	450 fm	1440 fm
„ 2c	0,56 „	200 „	112 „
„ 3a	1,10 „	520 „	572 „
„ 5a	0,24 „	120 „	29 „
„ 5c	2,16 „	500 „	1080 „
„ 6c	1,76 „	180 „	317 „
Transport	9,02 ha		3550 fm

	Fläche	Ertrag 1 ha	Ertrag im Ganzen
Transport	9,02 ha		3550 fm
von 6d	2,00 „	650 fm	1300 „
„ 8b	2,20 „	750 „	1650 „
„ 10d	1,88 „	700 „	1316 „
	15,10 ha		7816 fm

Ueber die Zerfällung dieses Hiebssatzes in Laub- und Nadelholz, sowie über Erläuterungen zu den einzelnen Hiebsorten zu vergl. § 108.

Im ersten Jahre des zweiten Jahrzehntes findet eine Revision statt, die den Hiebssatz desselben mit noch größerer Sicherheit bestimmen kann, weil ihr dann die während des ersten Jahrzehntes gesammelten Erfahrungen zu Gebote stehen.

Die Vornutzungen.

§ 101. Da auch bezüglich dieser Nutzungen örtliche Erfahrungszahlen fehlen, so sind auf ähnlichen Revieren gewonnene Erfahrungen zu benutzen. Diese ergeben im Großen etwa 10 fm für 1 ha der gesamten Holzbodenfläche während eines Jahrzehntes. Zieht man nun in Erwägung, daß die III. Altersklasse, die in der Regel die meisten durchforstungsfähigen und durchforstungsbedürftigen Bestände enthält, zwar fast ganz fehlt, daß aber andererseits viele Bestände der II. und der IV. Klasse Durchforstungen fordern, ferner aber auch, daß von den hauptsächlich Dürrhölzer liefernden Althölzern nur eine sehr geringe Fläche übrig bleibt, endlich, daß Räumungen von Waldrechtern in nur unbedeutender Ausdehnung nötig werden, so darf man wohl annehmen, daß der Betrag von 10 fm nicht erreicht werden dürfte. Man begnügt sich also, für das nächste Jahrzehnt durchschnittlich für 1 ha 6 bis 8 fm, im Ganzen sonach abgerundet 1200 fm in Ansatz zu bringen. Für das zweite Jahrzehnt werden bezüglich der Vornutzungen so viele örtliche Erfahrungen gewonnen sein, daß man dann einen viel sichereren Ansatz für die Zukunft erhalten kann.

Durch diese hier beispielsweise vorgenommene, ungefähre Schätzung nach Durchschnittserträgen im Großen soll indessen durchaus nicht behauptet werden, daß man nicht, namentlich für so kleine Wälder, wenigstens die Durchforstungserträge durch Einzelschätzung gewinnen könne.

Nach obigem Ansatze stellt sich der gesamte Hiebssatz auf 7816 + 1200 = 9016, oder abgerundet auf 9000 fm.

Ueber die Einzelansätze der Vornutzungen ist zu vergl. § 109.

6. Ertragsbestimmung für andere Betriebsarten als für den schlagweisen Hochwaldbetrieb.

a. Der Niederwald.

§ 102. Für diese einfache Betriebsart genügt die Ermittelung des finanziellen Umtriebes. Der Quotient aus letzterem in die gesamte Holzbodenfläche ist gleich der Fläche des Jahresschlages. Man teilt die Fläche unter Berücksichtigung aller maßgebenden Umstände, wie namentlich der Transportverhältnisse usw., in so viele Jahresschläge, als der Umtrieb Jahre hat, wendet also die Methode der sogenannten Schlageinteilung (§ 51) an. Ist ein Niederwald so ausgedehnt, daß es notwendig oder wünschenswert erscheint, in jedem Jahre an verschiedenen Orten zu schlagen, so teilt man ihn zunächst in entsprechend viele Hiebszüge, oder auch nur Schlagreihen, und jede der letzteren in u Jahresschläge. Es ist keineswegs Bedingung, daß der Gesamtjahresschlag, der Quotient aus Umtrieb in die gesamte Holzboden-

fläche, örtlich im Zusammenhange liege. Verschiedene an den Niederwald zu stellende Anforderungen, verschiedene Standortsverhältnisse eines größeren Niederwaldes können sogar für die verschiedenen Hiebszüge verschiedene Umtriebe nötig machen, so daß jeder einzelne Hiebszug zur besonderen Betriebsklasse wird (z. B. Eichenschälwald und Erlenniederwald etc.).

Will man bei dieser Einteilung eine möglichste Gleichmäßigkeit der Jahresnutzung erzielen, obgleich die gegebenen Standortsverhältnisse eine sehr verschiedene Ertragsfähigkeit der einzelnen Schläge bedingen, so ist die Einteilung nach reduzierten Flächen (§ 67) vorzunehmen. Man wird sich aber bei dieser Reduktion niemals auf kleinliche Rechnungen einlassen, sondern sich stets nur mit stark abgerundeten Näherungswerten begnügen.

Die einzelnen Schläge sind im Walde abzugrenzen und zu versteinen, damit die ausführende Verwaltung nicht notwendig hat, Jahr für Jahr die zum Hiebe stehenden Schläge durch mehr oder weniger mühsame Abmessungen zu bestimmen.

Der Hiebssatz der Endnutzungen ergibt sich nun einfach durch die Abschätzung aller für das nächste Jahrzehnt zum Hiebe kommenden, genau bestimmten Schläge. Vorgriffe aus einem Schlag in den anderen, ebenso das Zurückbleiben des Hiebes sind unstatthaft, wenn man dadurch nichts anderes erreichen will, als eine größere Gleichheit der Nutzungen.

Vornutzungen sind alle jene Erträge, die auf den nicht zum Hiebe gesetzten Flächen ausfallen, mit Ausnahme der Erträge etwa vorkommender planwidriger Abtriebe, sogenannter Vorhauungen. Von großer Bedeutung werden übrigens die Vornutzungen in den meisten Niederwaldungen der niedrigen Umtriebe wegen nicht sein. Nur ausnahmsweise bei höheren Umtrieben, wie sie bei manchen Auwäldern vorkommen, können auch hier die Vornutzungen einflußreich werden. Ihr Ansatz erfolgt nach lokalen großen Durchschnittszahlen, welche man durch die Erfahrungen aus der Vergangenheit gewinnt.

b. Der Mittelwald.

§ 103. Für diese Betriebsart ist, wie für den Niederwald, zunächst eine auf den Umtrieb des Unterholzes gegründete Schlageinteilung zu treffen. Es erscheint hier noch weniger notwendig, als beim Niederwald, eine proportionale Teilung vorzunehmen [1]), weil sie doch eine Gleichmäßigkeit des Ertrages nicht sichern kann, da letzterer ganz wesentlich von der sehr schwankenden Menge des Oberholzes abhängt. Die einzelnen Schläge sind im Walde zu versteinen.

Bezüglich des Oberholzes kann die in § 38 gegebene Entwickelung des normalen Hiebssatzes nur einen ganz ungefähr leitenden Grundgedanken abgeben, mehr nicht. Die Bewirtschaftung des Oberholzes muß eigentlich zur Forstgärtnerei werden. Deshalb bietet der Mittelwaldbetrieb für größere Waldkomplexe allerdings große Schwierigkeiten, deshalb wäre es aber auch verfehlt, einen anderen, als ganz beweglichen ungefähren Hiebssatz bestimmen zu wollen. Dieser kann keine andere Bedeutung haben, als den Zwecken der Massen- und Geldvoranschläge zu dienen, niemals darf er als bindende Größe für die Wirtschaft vorgeschrieben werden (Kraft l. c.).

Zur Bestimmung des Hiebssatzes der Endnutzungen ist auf den für das nächste Jahrzehnt bestimmten, fest abgegrenzten Schlägen die Holzmasse des wahrscheinlich zum Abtriebe kommenden Oberholzes abzuschätzen. Maßgebend sind dabei waldbau-

1) Kraft, „Zur Rentabilitäts- und Ertragsberechnung für den Mittelwald." A. F. u. J.-Z. 1878, S. 221 ff. — Derselbe, „Ueber die Ertragsregelung des Mittelwaldes." Monatsschrift f. F. u. J. 1868, S. 165 ff.

liche Rücksichten, sowie die Hiebsdürftigkeit und Hiebsfähigkeit der einzelnen Oberholzbäume. Die Summe aus dieser Oberholzmasse und dem Betrage des entsprechenden Unterholzes gibt den Hiebssatz für das nächste Jahrzehnt. Derselbe darf aber für den Wirtschafter keineswegs eine bindende Größe sein.

Nur auf diese Weise allein wird es möglich, den Mittelwald, eine unter Umständen so wertvolle Betriebsart, in gutem Zustande zu erhalten. Jede vorausgehende Bestimmung über den Umtrieb des Oberholzes wird dabei erspart. Ein Mittelwald, in dem längere Zeit ein auf irgend welche Art ermittelter Hiebssatz genau eingehalten und geschlagen werden soll, muß allmählich zugrunde gehen, weil nach und nach entweder zu viel Oberholz entsteht, oder ein Mangel an Oberholz eintritt.

Vornutzungen kommen nur auf den nicht zum Hiebe gesetzten Schlägen vor. Deren Veranschlagung kann summarisch nach Erfahrungssätzen aus der Vergangenheit erfolgen.

c. Der Blenderwald.

§ 104. Der Blenderwald ähnelt seinem Wesen nach sehr dem Mittelwalde, da die verschiedenen Altersklassen auch in ihm gemengt sind (§ 25). Unzweifelhaft ist der Blenderbetrieb eine nur ausnahmsweise berechtigte Betriebsform. Sie paßt für den ausgesprochenen Schutzwald des Hochgebirges und an Meeresküsten oder an den Ufern größerer Ströme der Niederungen, sowie für parkähnlich zu haltende Luxuswälder. In allen diesen Fällen ist aber die Erhaltung des Waldes Hauptsache, der Ertrag, namentlich aber die Regelmäßigkeit des Ertrages, Nebensache. Aus demselben Grunde müssen auch alle finanzwirtschaftlichen Rücksichten denen auf Waldpflege vollständig nachstehen. Erstere können höchstens so weit in Frage kommen, als man den Umtrieb nicht unnötig hoch bestimmen wird.

Die Umlaufzeit (§ 16) wähle man nicht zu lang, damit die öftere Wiederkehr der Blenderung gestattet, nie zu viel auf einmal aus dem für sie bestimmten Orte zu schlagen. Der 10fache Quotient aus der Umlaufszeit in die Gesamtfläche gibt die für das nächste Jahrzehnt zur Blenderung anzusetzende Fläche.

Der beispielsweise zur Erläuterung der Verteilung der Altersklassen § 25 schematisch dargestellte Blenderwald sei 500 ha groß, so entfielen auf jeden Dezennialschlag 200 ha, resp. auf jeden Quinquennalschlag 100 ha. Es wäre also für das nächste Jahrzehnt Teil 1 zur Blenderung anzusetzen, daraus müßten alle über 140jährigen Bäume und von den jüngeren Altersklassen so viele entnommen werden, daß eine entsprechende Anzahl und Verteilung derselben hergestellt wird. Da man nach 25 Jahren mit der Blenderung wieder den Teil 1 trifft, nach 50, 75, 100 und 125 Jahren, von jetzt an gerechnet, ebenfalls, so kann man für die Praxis dadurch ein Anhalten gewinnen, daß man für das nächste Jahrzehnt aus dem ganzen Teil 1 eine Fläche von $33\frac{1}{3}$ ha, für ein Jahr sonach $3\frac{1}{3}$ ha zum Hieb setzt, welche Fläche jedoch aus zerstreuten, kleinen Horsten zu bestehen hat. Auf dieselbe Weise könnte ein bisher ganz unregelmäßig bewirtschafteter Blenderwald wenigstens annähernd allmählich in einen etwas regelmäßigeren, normaleren Zustand gebracht werden. Die von der projektierten Fläche zu erwartende, in der Hauptsache durch den Abtrieb der ältesten Bäume zu gewinnende Holzmasse würde den Hiebssatz für das nächste Jahrzehnt bilden.

Die Dezennialschläge sind jedenfalls im Walde abzugrenzen und zu versteinen, bei bedeutender Größe derselben sind sie zur besseren Orientierung in kleinere Teile zu zerlegen. Am richtigsten wäre es, die einzelnen, jährlich zur Blenderung kommenden Schläge ebenfalls bestimmt abzugrenzen. Also auch für den Blenderwald erscheint eine Schlageinteilung angezeigt, da man bei ihm schon aus andern Gründen auf die Gleichmäßigkeit des jährlichen Hiebssatzes verzichten muß.

Ob man im Blenderwald überhaupt Vor- und Endnutzungen unterscheiden will, mag dahingestellt bleiben. Soll dies geschehen, so müßte man alle Einzelnutzungen in den nicht planmäßig zur Blenderung vorliegenden Waldteilen als Vornutzungen betrachten.

Jedes andere Verfahren der Ertragsbestimmung, das den Wirtschafter an einen bestimmten Hiebssatz mehr oder weniger streng bindet, dürfte mit dem Zwecke der Blenderwirtschaft nicht recht vereinbar sein. So z. B. das für die österreichischen Reichsforste vorgeschriebene, der Hundeshagenschen Methode (§ 48) ähnliche Verfahren [1]), obgleich es sehr gut durchdacht ist. Wir halten schon die Bestimmung eines Normalvorrates des Blenderwaldes für praktisch unmöglich. Bindet man den Wirtschafter gar nicht an einen bestimmten Hiebssatz, betrachtet letzteren vielmehr nur als einen ungefähren Voranschlag, wie es beim Mittelwalde geschehen soll, dann kann man sich für die Ertragsbestimmung auch mit der oben angedeuteten Flächenteilung begnügen, die wenigstens das für sich hat, daß sie bei konsequenter Durchführung eine allmähliche Verbesserung des Waldzustandes hervorrufen muß.

d. Umwandlungen einer Betriebsart in eine andere.

§ 105. Derartige Umwandlungen lassen sich außerordentlich viele denken. Allgemein geltende Vorschriften sind deshalb nicht möglich. Mögen wir aber Umwandlungen mit Hilfe des Kahlschlagbetriebes und vollständigem Neuanbau der abgetriebenen Flächen, mögen wir sie mit Hilfe des Blenderschlag- oder Schirmschlagbetriebes vornehmen, gleichviel, unter allen Umständen werden wir den einzig sicheren Halt, die einzig sichere Basis für die Ertragsbestimmung nur in der Hiebsfläche finden. Freilich ist dann auch von einer strengen Gleichmäßigkeit der Jahresnutzung abzusehen.

Betrachten wir hier nur kurz einen einfachen Fall. Es solle ein unregelmäßig bestockter Laubwald, teils Mittel-, teils Niederwald, in Nadelholz umgewandelt werden. Die vorausgegangenen wirtschaftlichen Erwägungen lassen diese Umwandlung geboten erscheinen.

In diesem Fall ist erste und wichtigste Aufgabe die Waldeinteilung, das heißt die Einteilung der ganzen Betriebsklasse in, dem Gelände angepaßte kleine Hiebszüge und Abteilungen mit Hilfe eines Schneisen- und Wegenetzes. Dabei ist auf die gegenwärtigen Bestandsverhältnisse keinerlei Rücksicht zu nehmen. Dagegen ist darauf zu achten, daß man in einem größeren Walde mindestens 10, besser noch mehr Hiebszüge bildet, um es der allerdings späten Zukunft zu ermöglichen, nicht öfters als zweimal in jedem Jahrzehnt an derselben Stelle zu schlagen.

Der wahrscheinliche Umtrieb des künftigen Nadelholzes entzieht sich jetzt jeder sicheren Beurteilung, er kann nur insofern in Frage kommen, als es sich darum handelt, die freilich sehr unsicheren Wahrscheinlichkeitserträge einer späteren Zukunft zu veranschlagen, um die Umwandlung überhaupt zu rechtfertigen.

Dagegen ist zu beurteilen, welches Alter ungefähr die künftigen Nadelholzbestände erreicht haben müssen, um wenigstens einigermaßen absetzbares, schlagfähiges, wenn auch im finanzwirtschaftlichen Sinne noch nicht erntereifes Material zu liefern. Dieses Alter bestimmt die Zeit, binnen der man mit der Umwandlung den ganzen Wald durchlaufen kann, den sogenannten Umwandlungszeitraum. Würde man letzteren zu kurz wählen, so würden nach Vollendung der Umwandlung während kürzerer oder längerer Zeit Endnutzungen vollständig fehlen.

Wählen wir z. B. einen Umwandlungszeitraum von 60 Jahren, so ist nach Vollendung der Umwandlung der älteste Nadelholzbestand 60 Jahre alt. Der Quotient aus dem Umwandlungszeitraum in die Gesamtfläche ist gleich jener Fläche, die jährlich zur Umwandlung gebracht werden muß. Nimmt man nun auch Bedacht

1) „Der Plenterwald und dessen Behandlung". Wien 1878, S. 8 ff. — Das Verfahren ist auch kurz geschildert in Judeich, „Die Forsteinrichtung." 6. Aufl. 1904, S. 405.

darauf, womöglich die schlechtesten Bestände zuerst zur Umwandlung zu bringen, so muß doch die Rücksicht auf die künftige Ordnung der Hiebsfolge überwiegen, und wird man daher die Umwandlungsschläge an die gebildeten Hiebszüge entsprechend verteilen. Dabei entstehen während der Umlaufszeit zwei Schlagreihen, die des Kahlschlagbetriebes und die allmählich kleiner werdende des Mittel- oder Niederwaldbetriebes.

Beispielsweise solle ein 1200 ha großer Mittelwald in 60 Jahren in Nadelholz umgewandelt werden. In jedem Jahrzehnt gelangen zur Umwandlung 200 ha.

Im ersten Jahrzehnt erhalten wir 200 ha Kahlschläge, 1000 ha bleiben für die Mittelwaldwirtschaft. Im zweiten Jahrzehnt ebenfalls 200 ha Kahlschläge, aber nur 800 ha Mittelwaldbetrieb usw. Im sechsten Jahrzehnt ist gar kein Mittelwaldbetrieb mehr vorhanden. Da man auf diese Weise der Mittelwaldbetrieb immer kleinere Erträge liefern wird, so kann man sich dadurch etwas helfen, daß man im ersten Jahrzehnt 200 ha Mittelwald, nämlich die Umwandlungsfläche nur auf 800 ha fortsetzt, ebenso im zweiten Jahrzehnt nur auf 600 ha usw. Dadurch erreicht man, daß die Umwandlungsschläge des zweiten und der folgenden Jahrzehnte mehr Ertrag geben müssen, als die des ersten Jahrzehntes, denn sie werden 10 Jahre älter. Den späteren Jahrzehnten kommen dagegen bereits Durchforstungserträge auf den zuerst umgewandelten Flächen zugute.

Der Hiebssatz an Endnutzungen würde sich für das erste Jahrzehnt berechnen durch Abschätzung der ersten 200 ha kahl abzutreibender Umwandlungsschläge und des Ertrages der 800 ha betragenden Mittelwaldwirtschaft. Wäre der Unterholzumtrieb 20, so entfielen also jährlich noch 40 ha Mittelwaldschläge. In Berücksichtigung der Zukunft wäre es überdies anzuraten, auf diesen Schlägen verhältnismäßig wenig Oberholz zu entnehmen.

IV. Der Wirtschaftsplan.

§ 106. Unter „Wirtschaftsplan" verstehen wir das Aktenstück, in dem die Hauptergebnisse der Vorarbeiten, soweit diese nicht zur Herstellung der Karten dienen, dann die Ertragsbestimmung und Betriebsanordnungen für den nächsten Wirtschaftszeitraum (in der Regel für das nächste Jahrzehnt) übersichtlich geordnet zusammengestellt werden.

Form und Art der betreffenden Schriftstücke können sehr verschieden gewählt werden. Beispielsweise heben wir folgendes hervor.

1. Die allgemeine Beschreibung.

§ 107. Den ersten Teil des Wirtschaftsplanes bildet die allgemeine Beschreibung (Wirtschaftsprotokoll). Diese schildert den gesamten Waldzustand, entwickelt die Grundsätze der Waldeinteilung, namentlich die Bildung der Betriebsklassen und Hiebszüge, begründet die Wahl des Umtriebes, sowie die Ermittelung des Hiebssatzes, gibt leitende Gesichtspunkte für den ganzen künftigen Wirtschaftsbetrieb.

Als Beilagen werden zugefügt: 1) Ein Flächen- und Bestandsregister, das einen kurzen, in ähnlicher Form abgefaßten Auszug aus dem Einrichtungshandbuch enthält, wie wir ihn in § 98 für das Beispiel der Ertragsbestimmung gegeben haben. 2) Die Standorts-Klassentabelle (§ 77). 3) Die Klassenübersicht (§ 78). 4) Die für die Bonitierung angewendeten Ertragstafeln. 5) Die Abnutzungstabelle (§ 79). 6) Eine ausführliche Begründung des Hiebssatzes. 7) Eine Zusammenstellung allgemeiner Wirtschaftsregeln.

2. Der Hauungsplan.

§ 108. Der spezielle Hauungsplan hat in tabellarisch übersichtlicher Form die Flächen und Massen der für den nächsten Wirtschaftszeitraum, in der Regel für das nächste Jahrzehnt, zum Hiebe gesetzten Bestände, ferner die Orte anzugeben, aus denen Vornutzungen zu erwarten sind, endlich eine Gesamtübersicht über den Hiebssatz zu enthalten. Nachstehender, zu dem kleinen, in den §§ 98—101 enthaltenen

Beispiele der Ertragsbestimmung gehörige Hauungsplan soll durchaus nicht als allgemein gültiges Rezept dienen, denn verwickeltere Verhältnisse können andere Anforderungen stellen, er erläutert jedoch die Hauptsachen besser als eine ausführliche Beschreibung.

Folgende Tabelle bildet im Wirtschaftsplane die linke Seite des Hauungsplanes für die Endnutzungen, während die gegenüberstehende rechte Seite für den nächsten Wirtschaftszeitraum so viel Flächenrubriken zum Eintrag der jährlichen Abtriebe enthält, als dieser Zeitraum Jahre umfaßt.

(Tabelle s. S. 449).

Für den Fall, daß alle im Plane zum Hieb angesetzten Bestände im nächsten Jahrzehnt wirklich ohne Reste zum Abtriebe gelangen, werden für das erste Jahr des nächstfolgenden, 10jährigen Wirtschaftszeitraumes folgende Bestände zur Disposition gestellt: 1c, 3a, 5c, 6c, 6d, 8b, 10d. In diesen Hiebsorten kann vor Fertigstellung des neuen Planes im ersten Jahre der Hiebssatz in der jetzt angenommenen Größe geschlagen werden. Die Wahl der Orte selbst bleibt dem Wirtschafter überlassen.

Durch eine solche oder ähnliche Bestimmung ist am Schlusse des Hauungsplanes jeder Zweifel darüber zu beseitigen, was im ersten Jahre des neuen Wirtschaftszeitraumes bezüglich der Endnutzungen zu geschehen habe. —

Für alle Voranschläge, und ein solcher ist jeder Hiebssatz, rundet man gern die gewonnenen Zahlen ab. Man würde hiernach, ohne der Schätzung einen Zwang anzutun, den Hiebssatz der Endnutzungen auf 7800 fm, und zwar 7100 fm Nadelholz und 700 fm Laubholz, stellen. —

Im umstehenden kleinen Beispiele konnten und mußten die einzelnen Hiebsorte nach Fläche und Masse getrennt gehalten werden. Wo dagegen Schläge gleichzeitig über mehrere Unterabteilungen (Bestände) hinweggeführt werden, ist es gestattet, eine solche Trennung im Hauungsplan und in dem Erntebuche nur für die Flächen, aber nicht auch für die Massen eintreten zu lassen. Nicht selten unterscheiden sich nämlich aneinander grenzende, ältere Bestände zwar durch Alter, Bonität und Mischungsverhältnis ganz wesentlich, gehen aber so allmählich ineinander über, daß ihre Abgrenzung sehr unsicher ist. In solchen Fällen ist die bestandsweise Trennung der wirklich erfolgten Erträge bei der Numerierung und Buchung der Hölzer nicht bloß für den Verwaltungsbeamten sehr zeitraubend, sondern oft auch wertlos. Die Hiebsflächen müssen jedoch immer getrennt gebucht werden, was mit Hilfe der Grundkarte für die Forsteinrichtung leicht geschehen kann. Wo freilich zum Zweck einer sehr feinen Buchführung die einzelnen Bestände im Walde bleibend und kenntlich bei der Aufnahme derselben abgegrenzt wurden, ist ein derartiges Zusammenfassen der Erträge nicht statthaft.

Im Blenderwalde gibt es einen Jahresschlag im Sinne des schlagweisen Betriebes nicht, da der Flächen-Hiebssatz nicht gleich ist dem Quotienten aus dem Umtrieb in die Gesamtfläche, sondern gleich dem aus der Umlaufszeit in letztere. Deshalb ist nicht eine nach der Masse reduzierte Fläche, sondern die wirkliche Fläche im Hauungsplane zu verzeichnen. In der Ertragsspalte ist die zu entnehmende Masse anzugeben und kann in den „Bemerkungen" zugefügt werden, in welchem Verhältnis ungefähr die zu entnehmende zu der vorhandenen Masse steht.

Besteht das Revier aus mehreren Betriebsklassen, so kann der Hauungsplan entweder für jede einzelne derselben besonders aufgestellt und abgeschlossen, oder es können auch die einzelnen Hiebsorte einfach der Nummerfolge nach aufgeführt werden. Ersten Falles ist eine Summe der Hiebsflächen und Massen der einzelnen

Betriebsklassen als gesamter Hiebssatz zu geben. Letzten Falles muß am Schlusse angegeben werden, wie viel Fläche auf jede Betriebsklasse entfällt.

I. Endnutzungen.

Forstort	Bestandsart, Alters- und Bonitätsklasse	ganz oder davon	Fläche ha	Fläche a	Masse in fm Laubholz 1 ha	Laubholz überhaupt	Nadelholz 1 ha	Nadelholz überhaupt	Bemerkungen
1c	Fi. V. 2.	dav.	3	20	—	—	450	1440	Die Schläge sind parallel der Schneise 1 zu führen.
2c	Fi. III. 2.	„	—	56	—	—	200	112	20 m breiter Loshieb längs 2b. Jedenfalls im ersten Jahrfünft.
3a	Fi. IV. 3.	„	1	10	5	5	515	567	Sofort auszuführender Loshieb, 10 m breit längs 3b und 20 m breit längs 3c. Die auf der Loshiebsfläche längs b stehenden Buchen, ebenso einige der jüngeren Tannen sind zunächst überzuhalten.
5a	Fi. II. 3.	„	—	24	—	—	120	29	Ein sofort an der Schneise 4 auszuführender, 10 m breiter Loshieb. Eine Verbreiterung desselben um weitere 10 m, sowie seine Fortsetzung mit 10 m Breite durch 5b sind für das zweite Jahrzehnt in Aussicht genommen.
5c	Fi. V. 2.	„	*2*	*16*	85	183	415	897	Auf den Vollbestand reduzierte Fläche, da aus dem ganzen, 4,32 ha großen Bestand im ersten Jahrzehnt zum Zwecke der Naturverjüngung allmählich nur die Hälfte der Masse entnommen werden soll. Der bereits vorhandene natürliche Unterwuchs ist zu benutzen.
6c	Fi. IV. 1.	„	1	76	—	—	180	317	Der östliche Teil bis an die Grenze von 6d. Der Rest wird im zweiten Jahrzehnt mit dem Rest von 6d abgetrieben.
6d	Fi. V. 3.	„	2	—	120	240	530	1060	Die Schläge sind von 6b her so zu legen, daß sie allmählich parallel der Schneise 1 werden.
8b	Fi. IV. 4.	„	2	20	5	11	745	1639	Zunächst ist ein 20 m breiter Loshieb an der Grenze von a zu führen. Später sollen die Schläge mit Ausgleichung der Ecken allmählich parallel der Schneise 3 verlaufen.
10d	Fi. V. 3.	„	*1*	*88*	140	263	560	1053	Reduzierte Fläche des 3,76 ha großen Vollbestandes. Naturverjüngung wie 5c.
			15	10	—	702	—	7114	= 7816 fm in Summe.

als:

11,06 Kahlschläge.
4,04 Naturverjüngungsschläge. Reduzierte Fläche der 8,08 ha großen Vollbestände.

Von den zum Abtriebe bestimmten 15,10 ha gehören an:

0,24 ha den 31— 40 j. Beständen der	II. Alterklasse,	1,76 ha der 1. Bonität
0,56 „ „ 41— 50 j. „ „	III. „	5,92 „ „ 2. „
1,76 „ „ 61— 70 j. „ „	IV. „	5,22 „ „ 3. „
3,30 „ „ 71— 80 j. „ „	IV. „	2,20 „ „ 4. „
5,20 „ „ 81— 90 j. „ „	V. „	
4,04 „ „ 91—100 j. „ „	V. „	

§ 109. Die Vornutzungen wurden für unser Beispiel summarisch veranschlagt mit 1200 fm, und zwar 1100 fm Nadelholz, 100 fm Laubholz. Sie werden gewonnen 1. durch die Durchforstungen, 2. durch Räumung übergehaltener Waldrechter, Läuterungshiebe in Beständen jüngster Altersklasse, 3. durch zufällige Erträge, als Aufbereitung von Dürrhölzern, Windbrüchen etc.

Für die unter 3 genannten Nutzungen ist ein spezieller Ansatz nicht möglich, dagegen können für die Durchforstungen die Ortsbezeichnungen mit Fläche, für die unter 2 genannten Räumungen etc. wenigstens die Ortsbezeichnungen Platz finden, wie es beispielsweise folgende Tabellen zeigen:

(Siehe Tabellen S. 451 und 452).

Zusammenstellung des Hiebsatzes.

Für das Jahrzehnt 19 . . wurde der jährliche Hiebssatz festgestellt auf

900 fm,
als
820 fm Nadelholz,
80 fm Laubholz.

S. w. o.

Deren Verschlag wird zu geschehen haben mit

750 fm Derbholz, darunter 550 fm Nutzholz,
und zwar
700 fm Nadelholz, darunter 535 fm Nutzholz,
50 fm Laubholz, darunter 15 fm Nutzholz.

S. w. o.

150 fm Reisig,
und zwar
120 fm Nadelholz,
30 fm Laubholz.

S. w. o.

Außerdem ist jährlich auf einen Stockholz-Ausfall von 100 Raummeter Nadelholz zu rechnen.

3. Der Kulturplan.

§ 110. Die letzte Haupttabelle des Wirtschaftsplanes bildet ein spezieller Kulturplan für den nächsten Wirtschaftszeitraum. Derselbe zerfällt in zwei Abteilungen, deren erste alle auszuführenden Kulturen, deren zweite die Maßregeln der Kultur- und Bestandspflege enthält. Wie beim Hauungsplane sind für die auszuführenden Kulturen links die planmäßigen Ansätze einzutragen, die rechte Seite ist mit einzelnen Jahresspalten zu versehen, um die Ausführung eintragen zu können. Finden keine Zwischenrevisionen statt, so müssen so viel Jahresrubriken vorhanden sein, als der nächste Wirtschaftszeitraum Jahre umfaßt. Werden dagegen regelmäßig Zwischenrevisionen abgehalten, so wird bei denselben stets ein neuer Kulturplan aufgestellt. In diesem Falle sind nur so viel Jahresspalten zum Eintrag der Ausführung nötig, als die Hälfte des ganzen Wirtschaftszeitraumes Jahre enthält.

(S. Schema S. 452).

II. Vornutzungen.

1. Durchforstungen.

Plan						Ausführung									
Forstort		ganz oder davon	Fläche		Bemerkungen	Jahr	Fläche		Holzart	Derbholz		Reisig		Summe	Bemerkungen
Bezeichnung	Bestandsart, Alters- und Bonitätsklasse		ha	a			ha	a		Nutzholz	Brennholz	Nutzreisig	Brennreisig		
										fm					
2b	Fi. II. 3.	gz.	8	32	Im zweiten Jahrfünft.										
c	Fi. III. 2.	dv.	3	44	Der nicht zum Hieb angesetzte Teil.										
3a	Fi. IV. 3.	,,	10	74	desgl.										
b	Fi. III. 2.	gz.	5	12											
c	Fi. II. 3.	,,	3	04	Im zweiten Jahrfünft.										
4a	Fi. IV. 1.	dv.	3	—	Nur der an der Schneise gelegene Teil.										
b	Fi. II. 3.	gz.	6	08											
5a	Fi. II. 3.	dv.	2	96	Der nicht zum Hieb gesetzte Teil.										
6a	Fi. II. 3.	gz.	2	56	Im zweiten Jahrfünft.										
c	Fi. IV. 1.	dv.	—	96	Der nicht zum Hieb gesetzte Teil an der Schneise.										
7b	Fi. II. 3.	gz.	9	76	Im zweiten Jahrfünft.										
c	Fi. IV. 1.	,,	4	96	Nur mäßig die nicht durchbrochenen Stellen.										
8a	Fi. II. 4.	,,	6	40	Im zweiten Jahrfünft.										
b	Fi. IV. 4.	dv.	10	28	Der nicht zum Hieb gesetzte Teil.										
9a	Fi. IV. 3.	gz.	4	16											
b	Fi. III. 4.	,,	7	84											
c	Fi. II. 4.	,,	3	36											
10a	Fi. II. 4.	,,	3	68											
			96	66											

Von vorstehender Durchforstungsfläche gehören an:

30,08 ha den 21—30 j. Beständen } der II. Altersklasse
16,08 ,, ,, 31—40 j. ,, }
16,40 ,, ,, 41—50 j. ,, } ,, III. ,,
— ,, ,, 51—60 j. ,, }

5,92 ha den 61—70 j. Beständen } der IV. Altersklasse
28,18 ,, ,, 71—80 j. ,, }
S. w. o.

8,92 ha der 1. Bonität
8,56 ,, ,, 2. ,,
47,62 ,, ,, 3. ,,
31,56 ,, ,, 4. ,,
S. w. o.

2. Räumung übergehaltener Waldrechter, Läuterungs- oder Reinigungshiebe in Beständen jüngster Altersklasse, Aufastungen.

Bezeichnung	Art der Wirtschaftsmaßregel	Ausführung			
		Jahr	Ertrag		Bemerkungen
			Holzart	fm	
1a	Vollständige Räumung der Birken. Räumung bez. Aufastung der übergehaltenen Buchen und Tannen.				
4c	Räumung der Birken.				
5b	Räumung der Birken und der übergehaltenen Buchen.				
6ab	Teilweise Räumung und Aufastung der übergehaltenen Buchen und Tannen. Nur die besten Exemplare sind weiter überzuhalten				

III. Gesamtnutzung.

Größe der zu verjüngenden Fläche		Masse in Festmetern			
ha	a	Laubholz	Nadelholz	Ueberhaupt	
15	10	700	7100	7800	Endnutzungen.
		100	1100	1200	Vornutzungen.
		800	8200	9000	Gesamtnutzung.

Folgendes Schema, welches sich an unser Beispiel anschließt, gilt für die linke Seite des Kulturplanes.

Bezeichnung	Blößen		Ausbesserungen		Verjüngungen		Bemerkungen
	ha	a	ha	a	ha	a	
1a	—	—	—	50	—	—	Nach erfolgter Räumung der Birken und Räumung bez. Aufastung der übergehaltenen Waldrechter mit starken, verschulten Fichten.
b	4	48	—	—	—	—	Schlag vom Jahre 19
c davon	—	—	—	—	3	20	
2c davon	—	—	—	—	—	56	
3a davon	—	—	—	—	1	10	Es kann, da ein Samenjahr zu erwarten ist, unter Anwendung von Bodenlockerung der Versuch gemacht werden, diesen Loshieb durch natürliche Randbesamung zu bestocken. Sollte dieser Versuch jedoch in 2 bis 3 Jahren nicht gelungen sein, dann ist die Fläche mit Fichten zu bepflanzen.
5a davon	—	—	—	—	—	24	
5b	—	—	—	80	—	—	Nach Ausführung der vorgeschriebenen Räumungen möglichst bald.
6b	—	—	—	40	—	—	desgl.
6cd davon	—	—	—	—	3	76	
8b davon	—	—	—	—	2	20	Bezüglich des zuerst längs a auszuführenden Loshiebes wie bei 3a.
10b	—	—	—	50	—	—	Hauptsächlich im südlichen Teile an der Grenze.
c	2	24	—	—	—	—	Es kann hier auf eine Einmischung von Buchen und Tannen, im nördlichen Teile auch von Eschen, Bedacht genommen werden.
	6	72	2	20	11	06	

19,98 ha.

Die Summe der Verjüngung ist um 4,04 ha kleiner, als die im Hauungsplan enthaltene Hiebsfläche, weil die zur Vorverjüngung bestimmten Teile der beiden Bestände 5c und 10d in den Kulturplan nicht aufgenommen wurden.

Der jährliche Kultursatz (Kulturetat) berechnet sich abgerundet zu 1,9 ha, da alle Blößen und Ausbesserungen, von den Verjüngungen aber nur 0,9, im nächsten Wirtschaftszeitraum, Jahrzehnt, zum Anbau gelangen.

In der zweiten Abteilung des Kulturplanes sind die Maßregeln der Kultur- und Bestandspflege in entsprechender Form mit Bezeichnung des Forstortes so einzutragen, daß ebenfalls dem planmäßigen Ansatze gegenüber die Ausführung übersichtlich bemerkt werden kann.

Es gehören hierher alle jene Maßregeln, die von der Zeit der Begründung der Bestände an während der ganzen Umtriebszeit behufs Erziehung eines besseren Holzbestandes, sowie zum Zwecke der Erhaltung und Verbesserung der Bodenkraft ausgeführt werden, sofern nicht — wie gewöhnlich bei den Durchforstungen — der Kostenaufwand durch Verwertung des dabei gewonnenen Materiales gedeckt wird. Ist bei den Durchforstungen und Läuterungen der Ertrag kleiner als der Aufwand, so kommen diese Maßregeln der Bestandspflege hier ebenfalls in Betracht.

Vornehmlich sind hier zu beachten: Bewässerungsanlagen. — Vorrichtungen zur Verhinderung von Bodenabschwemmungen. — Anlage von Schutzmänteln. — Unterbau, Bodenverwundung zur Begünstigung natürlichen Anfluges. — Ueberpflanzungen. — Vertilgung von Forstunkräutern. — Entnahme schädlicher Stockausschläge. — Aufastungen. — Köpfen von Fichten zugunsten der Eichen etc.

V. Erhaltung und Fortbildung des Einrichtungswerkes.

§ 111. Die nur einmalige Ausführung der Forsteinrichtungsarbeiten, die nur einmalige Aufstellung eines Wirtschaftsplanes, die nur einmalige Berechnung eines Hiebssatzes könnten nur wenig nützen. Nur durch die Waldeinteilung würde solchen Falles der Wirtschaft einiger Nutzen erwachsen. Am Ende jedes Wirtschaftsplanes sollten deshalb die Worte geschrieben werden: „Fortsetzung folgt". Diese Fortsetzung besteht in der regelmäßig jährlichen Ausführung der Nachtragsarbeiten und in den regelmäßig abzuhaltenden Revisionen. Wird diese Fortsetzung unterlassen, so gerät das ganze Einrichtungswerk in kurzer Zeit vollständig in Unordnung, es wird wertlos.

Geradezu verderblich wirkt es aber, um nur kurz darauf hinzuweisen, wenn ohne eingehendes Festhalten und Benützen der bisherigen Wirtschaftsergebnisse der Wirtschaftsplan in allen seinen Teilen, (selbst der Plan für die räumliche Ordnung) jedesmal wieder ganz neu aufgestellt wird, wie dies beim Fachwerk im Einrichtungsplan geschah.

1. Die Nachtragsarbeiten.

Diese zerfallen in die Vermessungsnachträge und in die Führung eines Ernte- oder Wirtschaftsbuches.

§ 112. Die Vermessungsnachträge haben es zu tun mit den Veränderungen des anfänglich vorhandenen Waldzustandes und mit der Berichtigung oder Beseitigung der im Laufe der Zeit entstehenden Mängel.

Der anfänglich vorhandene forstliche Zustand ändert sich nicht bloß durch An- oder Verkäufe, sondern auch durch Uebertritt von Holzbodenflächen zum Nichtholzboden (z. B. bei Wegebau) und umgekehrt. Ferner treten Aenderungen ein durch die regelmäßige Schlagführung. — Berichtigungen können nötig werden infolge von Erledigung schwebender Grenzstreitigkeiten. Mängel treten ein durch Naturereignisse, z. B. durch Hochwässer, die Grenz- oder Sicherheitssteine wegreißen, ähnliche Störungen kann der Holztransport verursachen.

Aufgabe der Vermessungsnachträge ist es, alle diese Aenderungen und Berichti-

gungen in der Art zu behandeln, daß am Schlusse jedes einzelnen Jahres die Grundkarten und Schriften den gerade vorhandenen Befund nachweisen. Nur jene Aenderungen, die durch das regelmäßige Aelterwerden der Bestände oder durch Unglücksfälle entstehen, die nur die Bestandesbonitäten herabdrücken (Schneebrüche etc.), berühren die laufenden Nachtragsarbeiten nicht, diese Aenderungen finden erst bei den Revisionen Erledigung.

Besonders heben wir noch die Notwendigkeit hervor, jedes Jahr die laufenden Schläge zu buchen und (bei Kahlschlag) auf den Einrichtungs-Grundkarten einzuzeichnen.

Um die Vermessungsnachträge in Ordnung zu erhalten, hat der Revierverwalter ein Notizbuch zu führen, in dem alle Aufgaben, die allmählich entstehen, sofort einzutragen sind. Der mit der Ausführung der Nachtragsarbeiten betraute Beamte — unter Umständen der Revierverwalter selbst — hat ein Nachtragsbuch zu führen, in dem die Ergebnisse der Erledigung der Nachtragsarbeiten niederzulegen sind. Dieses Nachtragsbuch muß nicht bloß alle Veränderungen der Flächengröße des Revieres mit allen zugehörigen, geometrischen Unterlagen (z. B. Grenzveränderungen etc.) genau nachweisen, sondern auch alle sonstigen Veränderungen zwischen Holz- und Nichtholzboden und alle geführten Schläge unter Angabe der Größe jedes einzelnen Schlages. Schließlich soll angegeben sein, wie groß der Holz- und wie groß der Nichtholzboden am Schlusse des betreffenden Jahres ist.

§ 113. Die Führung des Ernte- oder Wirtschaftsbuches hat die Aufgabe, eine Uebersicht der dem Walde überhaupt und den einzelnen Beständen im speziellen entnommenen Nutzungen zu gewähren, ferner soll es einen Vergleich des Hiebssatzes mit der Gesamtnutzung und Vergleiche der einzeln geschätzten Massenerträge mit den wirklichen Erträgen geben.

Das Erntebuch zerfällt zweckmäßig in 6 Teile oder Tabellen A bis F.

Die Tabelle A enthält die Angabe der einzelnen Nutzungen nach Masse und Geld. Sie ist nach Abschluß der von der Verwaltung zu führenden forstlichen Rechnungen am Schlusse jedes Jahres auf Grund einer Holzschlagstabelle (s. Neumeister, „Forsteinrichtung der Zukunft" 1900, S. 114 und 115) zusammenzustellen. Die jedem einzelnen Bestand entnommene Holzmasse ist auch mit ihrem Geldertrage zu buchen (vergl. das nachstehende Schema).

A.

Forstjahr	Forstort	Größe der Schlag- und durchforsteten Fläche	Grund oder Art der Benutzung	Laub- (L.) oder Nadel- (N.) holz	Derbholz				
					Nutzholz		Brennholz		Summe
					überhaupt	davon Rinde	überhaupt	davon Rinde	
		ha			Fest-				
1888	a	—	Bu.- und Ta.-	L.	*3,00*	—	*9,50*	—	*12,50*
	b		räumung	N.	10,50	—	25,00	2,00	35,50
1889	c	0,96	Durchforstung	N.	6,00	—	4,00	—	10,00
	d	1,00	Kahlschlag	L.	*30,00*	—	*68,50*	—	*98,50*
				N.	362,50	10,00	95,50	—	458,00

Diese Tabelle A bildet die Grundlage zur Berechnung und Aufstellung aller folgenden Tabellen, mit Ausnahme der Tabelle E. Wir begnügen uns daher hier be-

züglich der übrigen Tabellen mit der Angabe ihres Inhalts, ohne Rechnungsbeispiele zuzufügen [1]).

Die T a b e l l e B dient zur Vergleichung des Massenertrages einzelner, durchgeschlagener Hiebsorte mit der Schätzung. Ein Ort ist durchgeschlagen, wenn er entweder ganz abgetrieben wurde, oder wenn auf der Fläche nur einzelne Horste oder Bäume in der Absicht übergehalten wurden, sie fortwachsen zu lassen. Bei den Revisionen wird diese Tabelle, um möglichst viele brauchbare Vergleichsergebnisse zu gewinnen, noch dadurch ergänzt, daß man auch solche Orte zum Vergleiche zieht, von denen nur noch ein ganz kleiner Hiebsrest stehen geblieben ist.

Die T a b e l l e C zerfällt in drei Unterabteilungen, die der Endnutzung, die der Vornutzung und die der Gesamtnutzung.

Die erste Unterabteilung hat für jedes Jahr nachzuweisen die Fläche der geführten Schläge, den Massenertrag getrennt nach Derbholz und Reisig, sowie nach Nutz- und Brennholz, das Stockholz, den Geldertrag der geschlagenen Holzmasse einschließlich des Stockholzes, und zwar den Bruttoertrag und den von den Erntekosten befreiten Ertrag, endlich für 1 ha der Schlagfläche den durchschnittlichen Massenertrag ohne Stockholz, sowie den durchschnittlichen rohen und erntekostenfreien Geldertrag unter Einrechnung des Stockholzes.

Die zweite, die Vornutzungen betreffende Unterabteilung hat für jedes Jahr nachzuweisen die Holzbodenfläche nach der letzten Aufstellung im Nachtragsbuch (§ 112), die Art der Nutzung (ob Durchforstung, Räumung oder zufällige Nutzung), den Massenertrag, getrennt nach Derbholz und Reisig, Nutz- und Brennholz, Stockholz, den gesamten Erlös einschließlich des Stockholzes vor und nach Abzug der Erntekosten, für 1 ha der Holzbodenfläche den durchschnittlichen Massenertrag ohne Stockholz, sowie den durchschnittlichen Erlös einschließlich des Stockholzes vor und nach Abzug der Erntekosten.

Die dritte Unterabteilung enthält die Gesamtnutzung jedes Jahres, sie ist die Summe der beiden ersten Unterabteilungen, in ihren letzten Spalten gibt sie für 1 ha der Holzbodenfläche den durchschnittlichen Massenertrag, einschließlich des auf fm reduzierten Stockholzes und den durchschnittlichen Gesamterlös vor und nach Abzug der Erntekosten an.

Die T a b e l l e D dient zur Vergleichung der erfolgten Nutzung mit dem Hiebs-

Abteilung Nr. 6.

Reisig			Gesamter Kubikinhalt		Stockholz	Gelderlös		Bemerkungen
Nutzreisig	Brennreisig	Summe	End- nutzung	Vor- nutzung		brutto	Nach Abzug der Schläger-Roller- und Rückerlöhne	
meter					rm	M		
—	*3,00*	*3,00*	—	*15,50*	—	100,75	75,25	
—	7,20	7,20	—	42,70	—	308,80	253,80	
—	2,50	2,50	—	12 50	—	85,50	65,50	
—	*28,50*	*28,50*	*127,00*	—	—	1515,30	1225,30	
—	75,25	75,25	533,25	—	—	6220,75	5509,50	Die Rinde wurde von den Empfängern unentgeltlich aufbereitet.

1) Beispiele vollständig ausgeführter Tabellen des Erntebuches zu vergl. in N e u m e i s t e r, „Forsteinrichtung der Zukunft" 1900, S. 116—122.

satze. Sie gibt für jedes Jahr die Schlagflächen und Durchforstungsflächen an, die Gesamtnutzung getrennt nach Derbholz und Reisig, Nutz- und Brennholz, sowie das Stockholz. Die gewonnene Holzmasse wird am Schlusse jedes Jahres mit dem Hiebssatze verglichen, dem Mehr oder Weniger werden die Ergebnisse der vorhergehenden Jahre zugerechnet, so daß man also für jeden Jahresschluß nachgewiesen findet, wie viel bis dahin während der verflossenen Jahre des laufenden Wirtschaftszeitraumes überhaupt mehr oder weniger geschlagen worden ist, als der Hiebssatz besagt.

Die Tabelle E ist den Nebennutzungen (Gras, Steine, Leseholz, Jagdpacht etc.) gewidmet, welche vom Holzboden und von den zur Forstwirtschaft gehörigen Nichtholzbodenflächen (Wirtschaftsstreifen, Holzlagerplätze etc.) entfallen. Diese Erträge sind jährlich brutto und erntekostenfrei nachzuweisen, und zwar, soweit dies tunlich, für die einzelnen Orte, die sie gewährt haben. Diese Tabelle wird bei manchen Forstverwaltungen nicht besonders im Wirtschaftsbuch aufgenommen, z. B. im Königreich Sachsen.

Die Tabelle F (bei Wegfall der vorgenannten Nebennutzungstabelle tritt hier für F der Buchstabe E ein), die sogenannte Reinertragstabelle, soll jährlich alle den Holzboden und forstlichen Nichtholzboden treffenden Einnahmen und Ausgaben summarisch nachweisen, die Differenz beider, also die reine Waldrente, mit dem Waldkapital vergleichen, nämlich angeben, zu welchem Prozentsatz sich dieses verzinst. Die Angaben der Tabelle haben sich in jedem Jahre zu erstrecken auf die nach den letzten Ermittelungen festgestellte Fläche des Holz- und forstlichen Nichtholzbodens, auf die verkaufte Holzmasse, getrennt nach Nutzholz, Brennholz, Rinde, Reisig, Stockholz, auf die Einnahmen, getrennt für Holz und für Waldnebennutzungen, auf die Ausgaben für Ernte, Forstverbesserungen, Verwaltung und Schutz, Steuern, Verschiedenes. Aus diesen Angaben berechnet sich der Waldreinertrag überhaupt und für 1 ha. Schließlich ist das Waldkapital, und zwar Boden- und Holzvorratskapital nachzuweisen, sowie der Zinsfuß, zu welchem sich das Waldkapital nach Ausweis des Waldreinertrages verzinst hat.

Die soeben geschilderte erweiterte Form der Reinertragstabelle, welche Judeich empfiehlt, ist zu ersehen aus dessen „Forsteinrichtung". 5. Aufl. 1893. S. 496. Die von Neumeister angegebene Form dieser Tabelle schließt sich an die im Königreich Sachsen jetzt geltende einfachere an, welche seit 40 Jahren im Gebrauch ist.

Alle im Vorstehenden genannten Größen sind leicht aus den übrigen Tabellen des Erntebuches und den forstlichen Rechnungen der Verwaltung zu entnehmen, mit Ausnahme des Waldkapitales, welches überhaupt nur annähernd, niemals mathematisch genau ermittelt werden kann [1]). Diese Ermittelung muß von anderen Grundsätzen ausgehen, als die Waldwertrechnung. Hätte man einen Wald gekauft, so wäre der bezahlte Preis gleich der Größe des für die Buchführung einzustellenden Waldkapitales. Ein solcher Fall ist jedoch verhältnismäßig selten; meist handelt es sich um Waldungen, deren ehemaliger Kaufpreis entweder gar nicht bestimmt werden oder durchaus nicht mehr maßgebend sein kann. Da nun als Anlagekapital grundsätzlich nur der Kostenwert zu gelten hat, so sind für Boden- und Holzwert Näherungsgrößen mit Hilfe des Kostenwertes zu suchen. Erwartungswerte können wir nur als Hilfsgrößen zur Bestimmung des Bodenwertes mit benutzen, müssen für diesen aber auch ortsübliche Kaufpreise berücksichtigen. Der auf solchem Wege schätzungsweise gefundene Bodenwert ist so lange als eine konstante Größe zu betrachten, als nicht durch An- oder Verkäufe Aenderungen erfolgen. Mit Hilfe dieses Bodenwertes lassen sich nun auch die Kostenwerte der einzelnen Bestände und aus diesen der Kosten-

1) Zu vergl. Judeich, „Das Waldkapital". Thar. f. J. 29. Band und dessen „Forsteinrichtung". 6. Aufl. 1904, S. 499 ff.

wert des ganzen Vorratskapitales näherungsweise berechnen. Wollte man letzteres mit Hilfe der Erwartungswerte ermitteln, so bewegte man sich mehr oder weniger im Kreise.

Die jährlich eintretenden Veränderungen des Waldkapitales lassen sich höchstens bezüglich erfolgter An- und Verkäufe berücksichtigen, bezüglich der Abtriebe, Neuanbaue und des Zuwachses der Bestände nicht. Wohl aber muß dieses Kapital bei jeder Hauptrevision neu ermittelt werden. Der einmal angenommene Bodenwert für die Flächeneinheit ist beizubehalten; Ankäufe sind mit dem bezahlten Preise zuzurechnen, Verkäufe mit jenem Betrage abzuschreiben, mit welchem sie ursprünglich gebucht waren, wenn auch der Verkaufspreis höher oder niedriger lautet. Das Holzvorratskapital wird mit Hilfe der Kostenwerte sämtlicher Bestände neu berechnet. Hierbei bleibt der Bodenwert derselbe, welcher früher angenommen worden war. Da die augenblicklich vorhandenen Althölzer, welche eine sichere Berechnung am wenigsten gestatten, allmählich abgetrieben werden, da an deren Stelle nach und nach junge Bestände treten, deren Kostenwerte auf Grund einer guten Buchführung so genau berechnet werden können, als nötig ist, wird die Größe des Vorratskapitales von Revision zu Revision immer richtiger.

Trotz aller Unsicherheiten der Unterlagen ist es immer wertvoll, von einer Betriebsklasse, einem Reviere zu wissen, welche Verzinsung des Waldkapitales unter Annahme eines gewissen Bodenwertes, unter Annahme eines gewissen Wirtschaftszinsfußes, die Waldrente gewährt. Namentlich ist das Resultat wertvoll für den Vergleich verschiedener Jahresergebnisse desselben Revieres, sowie für den Vergleich verschiedener Reviere eines und desselben großen Waldgebietes, wenn die Rechnung für alle nach gleichen Grundsätzen geführt wird.

2. Die Revisionen.

§ 114. Schon vorher (§ 111) wurde betont, daß eine Forsteinrichtung ohne regelmäßig wiederkehrende Revisionen etwas gänzlich Unzureichendes sei. Die im Verlaufe der Zeit eintretenden Aenderungen der gesamten forstlichen Verhältnisse lassen sich nur zum geringsten Teile voraussehen, und deshalb sind alle wirtschaftlichen Vorschriften für eine ferne Zukunft unsicher und mangelhaft.

Das für die Zukunft Bleibende der ersten Einrichtung ist die durch die Waldeinteilung angebahnte Ordnung des Hiebsganges, und selbst diese erleidet nicht allzuselten notwendige Aenderungen. Alles Uebrige muß aber von Zeit zu Zeit, mindestens aller 10 Jahre, erneuert werden. Diese Erneuerung erfolgt durch die Revisionen.

Letztere können unterschieden werden in Hauptrevisionen (10jährige) und Zwischenrevisionen 5jährige).

a. Die zehnjährigen oder Hauptrevisionen.

§ 115. Die Aufgaben derselben sind:

1. Untersuchungen darüber anzustellen, wie die Bestimmungen des abgelaufenen Planes befolgt worden sind, ob und welche Gründe etwaige Abweichungen von diesen Bestimmungen rechtfertigen.

2. Untersuchungen darüber anzustellen, wie sich die Bestimmungen des Planes bewährt haben.

3. Aufstellung eines neuen Wirtschaftsplanes.

Die aktenmäßigen Unterlagen zur Lösung dieser Aufgaben sind: Der früher aufgestellte Wirtschaftsplan, die durch die Vermessungsnachträge stets ergänzten Grundkarten und nachgewiesenen Flächenveränderungen, das Erntebuch und die von der Verwaltung geführten Forstrechnungen über Fällungsbetrieb und Forstverbesserungen (Kulturen etc.). Eine wenigstens teilweise Prüfung dieser Unterlagen ist ebenfalls Aufgabe der Revision.

§ 116. Die Untersuchungen darüber, wie die Bestimmungen des abgelaufenen Planes befolgt wurden, ob und welche Gründe etwaige Abweichungen rechtfertigen, haben sich in der Hauptsache auf folgendes zu erstrecken:

Erstens ist die erfolgte Nutzung mit dem Hiebssatze für die Einzeljahre des vergangenen Jahrzehntes, sowie für dessen Summe zu vergleichen. Die Gründe sind nachzuweisen, die eine wesentliche Mehr- oder Mindernutzung rechtfertigen. Inwieweit man sich hierbei auf einzelne Sortimente einzulassen hat, darüber können nach den verschiedenen örtlichen Verhältnissen die Ansichten sehr geteilt sein. Wir verzichten deshalb hier darauf, ein Formular für die eine solche Vergleichung enthaltende Tabelle zu geben [1]).

Zweitens ist eine übersichtliche Zusammenstellung der planwidrigen Hauungen (Vorhauungen Insgemein oder Scheidholz genannt) vorzunehmen. In dieser Uebersicht sind die Gründe anzugeben, welche diese Hauungen veranlaßten, (Wegebau, Windbruch etc.). In der Hauptsache wird es sich nur um Flächenabtriebe handeln, da von zufälligen Einzelerträgen nur jene als Vorhauungen gelten, welche nach § 95 zu den Endnutzungen gehören.

Drittens ist eine übersichtliche Zusammenstellung aller Vornutzungen, namentlich der Durchforstungen zu fertigen. Die mit Hilfe dieser Zusammenstellung gewonnenen Durchschnittszahlen gewähren die sicherste Grundlage zur Veranschlagung der Vornutzungen für den kommenden Wirtschaftszeitraum. Haben diese Nutzungen den Voranschlag überschritten oder unerfüllt gelassen, so ist im besonderen zu erörtern, aus welchen Gründen dies geschehen ist [2]).

Viertens sind dort, wo sie von größerer Bedeutung sind, auch die Nebennutzungen einer eingehenden Untersuchung zu unterwerfen (Waldfeldbau, Harznutzung usw.).

Fünftens ist die Ausführung und der Stand der Forstverbesserungen (Kulturen, Bestandspflege, Entwässerungen, Wegebau) mit Hilfe der im Wirtschaftsplan eingetragenen Notizen über Ausführung und der von der Verwaltung zu führenden Rechnungen zu prüfen. Ob die planmäßig angesetzte Fläche wirklich verjüngt worden ist, ob und aus welchen Gründen Rückstände verblieben, ob die durch Vorhauungsflächen, Ausbesserungen etc. notwendig gewordenen außerplanmäßigen Kulturen ausgeführt worden sind, ob die im Plan angesetzt gewesenen oder sonstige Maßregeln der Bestandspflege, ob die vorgeschriebenen oder andere Entwässerungen ausgeführt wurden, ob und welche Wege gebaut und verbessert worden sind, alle diese Fragen sind zu erörtern und ziffermäßig zu erledigen.

Ueber die Güte der hier genannten wirtschaftlichen Arbeiten kann natürlich erst die neue Einrichtung des Revieres Auskunft geben.

§ 117. Die Untersuchungen darüber, wie sich die Bestimmungen des Planes bewährt haben, erstrecken sich in der Hauptsache auf alle in den vorigen §§ erwähnten Punkte, tragen jedoch nicht den Charakter der Prüfung der Wirtschaft, sondern den der Prüfung des Planes. Besonders gehört hieher noch eine Zusammenstellung des Ertrages einzelner ganz oder doch fast ganz durchgeschlagener Bestände, um einen Vergleich mit deren Schätzung vornehmen zu können. Ferner sind Erwägungen darüber anzustellen, ob sich die angeordnete Hiebsfolge allseitig bewährt hat oder ob Aenderungen nach dieser Richtung hin nötig werden. In besonderen Fällen können sogar Aenderungen des Einteilungsnetzes geboten erscheinen.

1) Ein Schema zu einer derartigen Vergleichstabelle findet sich in Judeich, „Forsteinrichtung". 6. Aufl. 1904, S. 514.

2) Tabellen über die erfolgten Zwischennutzungen zu vergl. in Judeich, „Forsteinrichtung". 6. Aufl. 1904, S. 516 und 518.

§ 118. Die wichtigste Aufgabe der Hauptrevisionen ist die Aufstellung eines neuen Wirtschaftsplanes. Alle die vorgenannten Arbeiten, sowie die Vermessungsnachträge, die Führung des Erntebuches verfolgen hauptsächlich den Zweck, für die Aufstellung des neuen Planes eine durch unmittelbar gewonnene, örtliche Erfahrungen gesicherte Grundlage zu schaffen, sowie die geometrischen und taxatorischen Vorarbeiten zu erleichtern.

Die bei den Revisionen vorzunehmenden geometrischen Vorarbeiten haben das ganze Vermessungswerk in Karten und Schriften auf den Befund am Schlusse des letzten Jahres des abgelaufenen Wirtschaftszeitraumes zu bringen. Ihr Endergebnis finden dieselben daher erstens in den Größenangaben aller einzelnen Holz- und Nichtholzbodenflächen, wie solche zur Aufstellung eines neuen Flächen- und Bestandsregisters (§ 107) nötig sind, zweitens in der vollständigen Richtigstellung, beziehentlich Erneuerung der Karten. Die dazu nötigen Unterlagen liefern die Nachtragsarbeiten, soweit nicht die taxatorischen Vorarbeiten vorher erledigt sein müssen.

Auf den Einrichtungs-Grundkarten empfiehlt es sich, bei den Nachtragsarbeiten alle Aenderungen nur vorläufig mit Bleistift einzuzeichnen, die farbige Einzeichnung geschieht erst bei der Revision.

Durch die erfolgten Abtriebe, mitunter auch durch mancherlei andere Einflüsse, verschwinden ganze Bestände. Aenderungen der Bestandsbezeichnungen müssen dabei, soweit irgend möglich, vermieden werden. Jedenfalls ist dafür zu sorgen, daß durch solche Abänderungen nicht die Möglichkeit geschichtlicher Nachweise der Zukunft verloren gehe. Der Wegfall früherer Bestandstrennungen, die Bildung neuer Bestände stören allerdings die Buchstabenfolge der Bestandsbezeichnungen innerhalb einzelner Abteilungen; lediglich deshalb aber eine durchgreifende Aenderung dieser Bezeichnungen in einer solchen Abteilung vorzunehmen, halten wir für unzweckmäßig.

Auf der Bestandskarte werden Aenderungen überhaupt nicht nachgetragen, sondern diese wird, wie wir schon § 73 bemerkten, bei jeder Revision neu hergestellt.

Die Aufgabe der taxatorischen Vorarbeiten bei den Revisionen ist genau dieselbe wie bei neuen Forsteinrichtungen. Wir können also hier auf das früher darüber Gesagte (§ 57 u. flg.) verweisen. Diesen Arbeiten erwächst aber gegenüber den früheren dadurch ein großer Vorteil, daß ihnen die letzteren, sowie die aus der Wirtschaft des abgeschlossenen Jahrzehntes zu entnehmenden Unterlagen nicht bloß manche Erleichterung, sondern auch größere Sicherheit verschaffen. Die Standortsbeschreibung und Bonitierung ist nur zu berichtigen, denn hierbei handelt es sich nicht bloß um veränderliche, sondern auch um unveränderliche Faktoren. Die Bestandsbeschreibung und Bonitierung ist vollständig neu durchzuführen, und es ist dabei an jeden einzelnen Bestand die Frage zu stellen, was mit ihm während des kommenden Jahrzehntes zu geschehen habe. Die bisherigen Kosten und Erträge sind nicht bloß für das Ganze, sondern auch für charakteristische Einzelbestände genau zusammenzustellen. Die allgemeinen, äußeren Forstverhältnisse sind namentlich dann zu erörtern, wenn Veränderungen vorgegangen sind, die Einfluß auf die Wirtschaft nehmen; Aenderungen des Holzmarktes, Aenderungen der Verwaltungsbehörden usw.

Um die Erfahrungen aus der Vergangenheit möglichst nutzbar zu machen, können verschiedene Zusammenstellungen, namentlich über End- und Vornutzungen und über die Kulturen, von großem Nutzen sein, wenn sie in übersichtlicher Form gefertigt werden.

Wie bei neuen Einrichtungen das Einrichtungshandbuch (Taxationsmanual), so bildet bei den Revisionen das Revisionshandbuch die Hauptunterlage für die Auf-

stellung des neuen Planes, und ist deshalb für dasselbe auch die im § 76 angegebene Form zu empfehlen.

Der neue Wirtschaftsplan unterscheidet sich formell nur wenig von dem bei der ersten Einrichtung aufgestellten Plane. An Stelle der allgemeinen Beschreibung treten als Einleitung sogenannte Vorbemerkungen. Diese verweisen bezüglich des Waldzustandes insoweit auf die frühere allgemeine Beschreibung, als nicht Aenderungen erfolgt sind. Jedenfalls haben sie zu enthalten Angaben über Größe des Holz- und Nichtholzbodens, über Standorts- und Bestandsverhältnisse, über die bisherigen Massen und Gelderträge. Als Beilagen sind angefügt das Flächen- und Bestandsregister (§ 107), die Standorts-Klassentabelle (§ 77), die Bonitierungstafeln (§ 66), die Klassenübersicht (§ 78), die Abnutzungstabelle (§ 79). Diese letztgenannten beiden Tabellen gewinnen mit jeder Revision an Wert, da sie allmählich längere Zeiträume umfassen.

Die Ertragsbestimmung erfolgt so, wie wir sie (§ 92 ff.) geschildert haben, unterscheidet sich von der bei neuen Einrichtungen dadurch, daß ihr durch die örtlichen Erfahrungen aus der Vergangenheit sichere Unterlagen für Ermittelung der Umtriebszeit und für die künftigen Erträge zu Gebote stehen. In die Vorbemerkungen werden nur die Hauptergebnisse dieser Rechnung aufgenommen, die ausführliche Begründung derselben ist in eine besondere Beilage (Hiebssatzbegründung) zu verweisen.

Hauungs- und Kulturplan (§§ 108—110) werden genau so aufgestellt wie bei neuen Einrichtungen.

b. Die fünfjährigen oder Zwischenrevisionen.

§ 119. Aufgabe derselben ist die Beantwortung folgender Fragen:

1. Wie haben sich die Bestimmungen des Planes bisher bewährt?

2. Welche Störungen sind durch unvorhergesehene Ereignisse eingetreten?

3. Wie lassen sich die Folgen dieser Störungen oder sonst etwa nötig werdende Veränderungen mit dem gegebenen Wirtschaftsplane vereinigen?

Die Zwischenrevision hat zur Beantwortung dieser Fragen mit Ausnahme der neuen Forstabschätzungs-Arbeiten fast dieselben Vorarbeiten auszuführen wie die Hauptrevision, und stehen ihr fast dieselben aktenmäßigen, zu prüfenden Unterlagen zur Lösung dieser Aufgabe zu Gebote.

Ein neuer Wirtschaftsplan wird zwar nicht aufgestellt, indessen muß eine Vergleichung der erfolgten Nutzung mit dem Hiebssatz, eine Zusammenstellung der planwidrigen Hauungen, der Vornutzungen, eine Vergleichung der durchgeschlagenen Orte mit der Schätzung, eine Untersuchung der Zweckmäßigkeit der Hiebsfolge, eine Beurteilung der Forstverbesserungen auch bei der Zwischenrevision vorgenommen werden. Ebenso sind die im Nachtragsbuche nachgewiesenen Flächenveränderungen aktenkundig sicherzustellen.

Der spezielle Hauungsplan hat zwar Hiebsorte und Hiebssatz für das ganze Jahrzehnt bestimmt, die Zwischenrevision hat aber zu untersuchen, ob und welche Aenderungen nötig sind. Diese können bedingt sein durch unvorhergesehene Ereignisse (An- oder Verkäufe, Windbruch usw.) oder auch durch notwendige Verbesserungen der Ansätze des ersten Planes.

Für die Vergleichung der erfolgten Nutzung mit dem Hiebssatz ist die Untersuchung des Bonitätsverhältnisses der abgetriebenen Bestände nicht ohne Bedeutung. Steht dieses nicht in Uebereinstimmung mit dem Bonitätsverhältnis der Hiebsorte überhaupt, sind also verhältnismäßig mehr gute oder mehr schlechte Bestände abgetrieben worden, so erklärt sich schon dadurch oft eine Mehr- oder Mindernutzung, die auch auf das zweite Jahrfünft nicht ohne Einfluß ist.

Zum Zwecke der Ermittelung des neuen Hiebssatzes der Abtriebsnutzungen ist zunächst zu erörtern, ob nicht einzelne Hiebsreste aus dem Hauungsplane gestrichen, dafür andere, z. B. durch Elementarereignisse beschädigte Bestände zum Hiebe gesetzt werden sollen. Derartige Aenderungen können auch durch notwendig gewordene Berichtigungen des speziellen Hauungsplanes veranlaßt werden. Man wird sie aber nur dann vornehmen, wenn sie wirklich unzweifelhaft geboten erscheinen.

Die Berechnung der Endnutzungen für das zweite Jahrfünft erfolgt nun so, daß man die Fläche der Hiebsreste zunächst durch Ab- oder Zuschreibung der soeben erwähnten einzelnen Bestände berichtigt, von der so berichtigten Hiebsfläche die Fläche der im vergangenen Jahrfünft erfolgten planwidrigen Hauungen in Abzug bringt und dann auf Grund neuer Einschätzung der zu erwartenden Erträge sämtlicher verbleibenden Hiebsflächen den Hiebssatz bestimmt. Ist letzterer so bedeutend höher oder niedriger als der bisherige, daß man für die Wirtschaft Nachteile zu befürchten hat, so können und müssen nach allgemeinen, eingehenden Erwägungen noch Modifikationen eintreten. Ebensolche Erwägungen können auch allein darüber entscheiden, ob man vielleicht wegen eines infolge unglücklicher Ereignisse in ungewöhnlich hohen, die Ertragsfähigkeit des Revieres überhaupt schädigenden Beträgen erfolgten Ausfalles von Vornutzungen der in § 95 unter 4 genannten Art eine Verminderung der Abtriebsnutzungen des zweiten Jahrfünftes vornehmen soll oder nicht.

Für die Vornutzungen erfolgt der neue Ansatz auf Grund der Durchschnittszahlen, welche das vergangene Jahrfünft geliefert hat. Natürlich können diese Zahlen nur dann ohne weiteres maßgebend sein, wenn sich die Verhältnisse des Revieres nicht geändert haben. So kann z. B. ein umfangreicher Schneebruch, welcher im abgelaufenen Jahrfünft die Mittelhölzer traf, eine wesentliche Abminderung der Durchforstungserträge für die nächste Zukunft fordern.

Die Summe aus den so ermittelten End- und Vornutzungen gibt den gesamten Hiebssatz für das nächste Jahrfünft.

Die den Hiebssatz betreffenden Revisions-Beschlüsse werden dem bestehenden Wirtschaftsplan anhangsweise zugefügt.

Anders als mit dem Hauungsplane verhält es sich mit dem Kulturplane. Dieser wird dort, wo regelmäßig Zwischenrevisionen abgehalten werden, vollständig neu aufgestellt. Deshalb empfiehlt es sich auch, dem bei der Hauptrevision aufgestellten Wirtschaftsplane so viel gedruckte Bogen des Kulturplanes beizufügen, als der gelegentlich der Zwischenrevision aufzustellende Kulturplan voraussichtlich erfordert. Alle noch der Ausbesserung fähigen Kulturflächen sind bei dieser Revision zu besichtigen, um die Ansätze für die neuen Ausbesserungen zu gewinnen. Ebenso ist mit den Beständen zu verfahren, welche besondere Maßregeln der Bestandspflege nötig machen.

Die Ansichten darüber, ob solche Zwischenrevisionen wirklich notwendig seien oder nicht, sind geteilt, während über die Notwendigkeit der Hauptrevisionen natürlich keine Zweifel bestehen können. Allerdings läßt sich nicht leugnen, daß dort, wo eine geordnete Wirtschaft seit vielen Jahren besteht, diese Zwischenrevisionen wohl erspart werden könnten. Man müßte dann, wenn ein Revier während des Jahrzehntes sehr wesentliche Aenderungen erleidet, sei es durch An- oder Verkäufe, sei es durch Elementarereignisse, außerordentliche Revisionen eintreten lassen. Andererseits läßt es sich aber nicht verkennen, daß die Zwischenrevisionen zur Aufrechterhaltung des ganzen Forsteinrichtungswerkes mit beitragen. Namentlich gilt dies bezüglich der Prüfung aller Nachtragsarbeiten, die nach Ablauf von 10 Jahren nicht so einfach und rasch erfolgen kann, als wenn bereits vor 5 Jahren nachgesehen worden

ist. Ferner ist zu bedenken, daß der Aufwand an Zeit und Geld für diese Revisionen ein geringerer ist als der für die Hauptrevisionen, und daß letztere dadurch erleichtert werden. Für Forsteinrichtungszwecke allein halten wir solche Zwischenrevisionen — namentlich bei schon längere Zeit bestehenden Forsteinrichtungen — immerhin für zu teuer und im allgemeinen nicht für unbedingt erforderlich. Bei besonderen Verhältnissen, z. B. nach größeren Kalamitäten, wesentlichen Ankäufen usw., sind sie ausnahmsweise am Platze, ohne dann natürlich gerade an das Jahrfünft gebunden zu sein; außerdem haben sie dort eine gewisse Berechtigung, wo sie besonders der Betriebskontrolle mit dienen, wenngleich wir solchen Kontrollen, die unregelmäßig und unerwartet kommen, einen höheren Wert beimessen.

c. Personal zur Ausführung der Revisionsarbeiten.

§ 120. Für die Revisionen ist es notwendig, in den größeren Forstwirtschaften der Staaten, auch in solchen großer Herrschaften usw., eine besondere Behörde oder Beamte zu beschaffen, die mit Besorgung der Revisionsarbeiten betraut wird. Dadurch einzig und allein wird Ordnung in die Sache gebracht, wie ein Vergleich von Entwicklung und Stand des Einrichtungswesens in Sachsen mit demjenigen anderer Staaten klar nachweist. Es steht dann ein gut geschultes Personal stets zur Verfügung. Nur die Nachtragsarbeiten können den Verwaltungsbeamten übertragen werden, aber nicht die Revisionsarbeiten selbst. *Die Verwaltungsbeamten sollen bei letzteren, namentlich bei Aufstellung der neuen Pläne, zwar in einflußreicher Weise mitwirken, allein können sie dieselben aber nicht ausführen, da sie andere Sachen zu tun haben und häufig auch keine Uebung mehr in der Ausführung der taxatorischen Vorarbeiten besitzen.* Auch halten wir es für wesentlich, daß eine der Hauptaufgaben der Revision, die Bonitierung der Bestände und die Beantwortung der Frage, was mit jedem einzelnen Bestand im Laufe des nächsten Wirtschaftszeitraumes zu geschehen habe, nicht lediglich durch den Revierverwalter selbst, sondern auch durch das Personal einer besonderen Behörde erfolgt. Endlich ist auch wichtig, daß letztere nicht ins Einzelne gehender Vorschriften bedarf, die den stetigen Fortschritt hemmen, aber unentbehrlich sind, sobald die betreffenden Arbeiten bald von diesem, bald von jenem Beamten ausgeführt werden sollen, denen eine solche Aufgabe vielleicht nur ein- oder zweimal im Leben zufällt [1]).

Anhang.

Die Einrichtungsverfahren einiger größeren Staatsforstverwaltungen.

Auf dem Gebiete der praktischen Forsteinrichtung findet zurzeit eine lebhafte Bewegung statt. Fast alle großen Verwaltungen des deutschen Sprachgebiets haben im Lauf des letzten Jahrzehnts, viele von ihnen in allerneuester Zeit (so Preußen Bayern, Baden, Elsaß-Lothringen), neue Vorschriften erlassen oder dürften mit solchen bald nachfolgen, wie Württemberg und Hessen.

Es hängt dies zusammen einmal mit dem allgemeinen Uebergang vom Fachwerk zur Altersklassenmethode und dann mit dem Einzuge, den die Reinertragslehre gegenwärtig in die forstliche Praxis hält.

---

1) Ausführlich ist diese Frage besprochen in Judeich, „Forsteinrichtung". 5. Aufl. 1893, S. 537 ff. und Neumeister, „Forsteinrichtung der Zukunft". 1900, S. 93 ff. Denselben Standpunkt haben in neuester Zeit insbesondere Martin, O. Kaiser, Wörnle, König, Wagner u. a. vertreten.

Es dürfte daher dem Leser von Interesse sein, einen Ueberblick über die heute geltenden Einrichtungsverfahren zu erhalten. Es sollen hier die Verfahren der Staatsforstverwaltungen von Preußen, Bayern, Württemberg, Sachsen, Baden, Hessen, Elsaß-Lothringen, ferner von Oesterreich, kurz dargestellt werden.

1. Preußen.

Literatur: v. Hagen-Donner, Forstliche Verhältnisse Preußens. 3. Aufl. 1894, 1. Bd. S. 193—219. — Entwurf einer Anweisung zur Ausführung der Betriebsregelungen in den preußischen Staatsforsten 1910, dargestellt durch Martin in seinem Lehrbuch der Forsteinrichtung. 3. Aufl. 1910, S. 223.

§ 121. Die Entwicklung des Forsteinrichtungswesens von Preußen im 19. Jahrhundert ist, wie übrigens fast überall in Deutschland, gekennzeichnet durch die Herrschaft des Fachwerksprinzips.

Zunächst führte G. L. Hartig durch Instruktion von 1819 sein Massenfachwerk ein. Die zeitraubende Umständlichkeit dieses Verfahrens und seiner Berechnungen führte jedoch bald, da die Einrichtung der preußischen Staatsforste nach ihm nur langsam fortschritt, zum Verlassen des Hartigschen Verfahrens und zunächst (1825) zum Uebergang zu summarischen Ertragsermitthungen, denen dann 1836 unter dem Oberlandforstmeister von Reuß eine neue Anweisung folgte, die bis zum Ende des 19. Jahrhunderts in Geltung blieb.

Diese Vorschrift stand zwar noch auf dem Boden des Massenfachwerks, zog aber gleichzeitig den Maßstab der Fläche bei und trug insbesondere dem räumlichen Aufbau und der Einteilung des Waldes mehr Rechnung, so daß der Boden geschaffen war für die allmähliche Herausbildung eines kombinierten Fachwerks im praktischen Verfahren. Dieses ist denn auch entstanden und ist — für geordnete Waldverhältnisse — schließlich sogar ins Flächenfachwerk übergegangen (vgl. v. Hagen-Donner l. c.).

Ja, die Entwicklung machte auch hier nicht Halt! Im Streben nach Vereinfachung entfernte sich das Verfahren mehr und mehr vom Fachwerk dadurch, daß bei übersichtlichem Waldzustande von der Ausstattung der späteren Perioden immer häufiger Abstand genommen wurde unter Annäherung des Verfahrens an die Altersklassenmethoden.

Diese Entwicklung wurde gekrönt durch die zunächst als Entwurf erschienene neue Anweisung zur Ausführung der Betriebsregelungen in den preußischen Staatsforsten von 1910, die das Fachwerk ganz aufgibt und zur Altersklassenmethode übergeht (durch das Beibehalten der Fachwerksterminologie darf man sich hier, wie bei andern Verwaltungen, nicht täuschen lassen). Sie schreibt nämlich für die Ertragsregelung vor, daß die „normale Periodenfläche" (für einen 20jährigen Berechnungszeitraum), die für jede Betriebsklasse nach Maßgabe der Umtriebszeit festgestellt wird, den Maßstab für Bestimmung des nachhaltigen Nutzungssatzes zu bilden habe. Diese normale Periodenfläche wird dann, je nach dem Vorherrschen der älteren oder jüngeren Altersklassen im tatsächlichen Altersklassenverhältnisse, bald erhöht, bald vermindert, wobei einerseits der Normalzustand der Altersklassen angebahnt und andererseits gleichzeitig auch aus ökonomischen Gründen auf die tatsächliche Verteilung der Altersklassen Rücksicht genommen wird.

Eine Aufteilung von Fläche und Masse unter alle Perioden des Umtriebs findet nicht mehr statt; nur unter schwierigen Verhältnissen „sind die erste und zweite Periode auszustatten", d. h. ist der Berechnungszeitraum von 20 auf 40 Jahre zu erweitern.

In Fällen, wo die Hiebsfolge besondere Bedeutung hat, soll der Gang des Hiebs für längere Zeit nachgewiesen, d. h. ein besonderer Hiebsführungsplan aufgestellt werden.

Ueber den ökonomischen Standpunkt, von dem aus der Umtrieb bestimmt wird, gibt die Vorschrift keinen unmittelbaren Aufschluß.

Die neue Anweisung schreibt folgendes Verfahren vor:

Die Einrichtung beginnt sehr zweckmäßigerweise mit einer „Einleitungsverhandlung", die nach Abschluß der Wirtschaftsbücher auf Grund der Ergebnisse des seitherigen Betriebs zwischen den beteiligten Organen, dem Oberforstmeister, Forstrat und Wirtschafter, stattfindet, und sich auf Weg- und Einteilungsnetz, Grenzen, Karten und Vermessung, dann auf den Waldzustand, die bisherige und künftige Bewirtschaftung und das Einrichtungsverfahren erstreckt.

Für die wirtschaftliche Einteilung ist charakteristich die Bildung von „Blöcken", als Einheiten für Ermittlung eines nachhaltigen Nutzungssatzes. Ihre Ausscheidung ist begründet in der oft bedeutenden Größe der Wirtschaftsbezirke. Daneben werden dann nach Holzart und Umtriebszeit Betriebsklassen gebildet.

Die Wirtschaftsfiguren (Abteilungen) heißen in der Ebene „Jagen" und bilden regelmäßige geometrische Figuren, wobei das ganze Einteilungsnetz nach den Haupthimmelsrichtungen orientiert wird, bei Sturmgefahr unter 45° zur Richtung des Sturms. Im Bergland wird Anschluß an das Wegenetz gefordert, die Figuren heißen „Distrikte". Die Größe soll 20—30 ha, bei Fichte 10—25 ha betragen.

Innerhalb der Wirtschaftsfiguren werden Bestandsabteilungen ausgeschieden, die bleibenden heißen „Abteilungen", die vorübergehenden „Unterabteilungen".

Nun folgen die Standorts- und die Bestandesbeschreibung. Erstere charakterisiert die Standorte nach der geologischen Abstammung des Bodens und bestimmt die Klasse nach den Ertragstafeln der Versuchsanstalt, letztere kennzeichnet die Bestandesverfassung nach Holzart, Alter und Vollkommenheit. Aus ihr ergibt sich auch die Altersklassentabelle als wichtigste Grundlage des Betriebsplans; sie wird getrennt nach Blöcken und Betriebsklassen und innerhalb derselben nach den 4 Holzartengruppen: Eiche, Buche, andere Laubhölzer, Nadelhölzer aufgestellt und gegebenenfalls auch nach Standortsklassen gegliedert zur Berechnung des wirklichen und normalen Vorrats.

Die Regelung der Abnutzung im Hochwald erfolgt nach der Fläche und zwar nach den oben angedeuteten Grundsätzen. Die Nutzungsflächen der „I. Periode" werden getrennt nach Holzartenklassen und Betriebsklassen zusammengestellt. Für die Flächen der späteren Perioden ist eine Trennung nicht erforderlich. Die zu verjüngenden Bestände werden nach Hiebsreife, Hiebsfolge und Nachhaltigkeit ausgewählt.

Die Festsetzung der Umtriebszeit bleibt dem Ministerium vorbehalten; sie erfolgt auf Grund der Vorschläge, die bei der Einleitungsverhandlung gemacht werden. Nach welchen Grundsätzen die Umtriebszeit bestimmt werden soll, läßt sich einigermaßen aus der Vorschrift erkennen, daß für Beurteilung des Umtriebs schon vorher an geeigneten Orten Nachweisungen für Holzarten und Standorte darüber zu führen sind, wie sich die erntekostenfreien Preise je Festmeter Derbholz für die wichtigsten Altersstufen verhalten.

Der Massenabnutzungssatz wird getrennt nach End- und Vornutzung ermittelt. Die Endnutzung an Derbholz ergibt sich aus dem Vorrat der zuvor bestimmten Nutzungsflächen plus dem Zuwachs bis zur Mitte der Periode. Der Vor-

rat wird durch stammweise Aufnahme mit der Kluppe, eventuell auch mit Hilfe einfacherer Verfahren, unter Anwendung der Massentafeln der deutschen forstlichen Versuchsanstalten bestimmt; die Masse gleichmäßiger jüngerer Bestände wird geschätzt an der Hand der Ertragstafeln oder mit Hilfe von Probeflächen. Auch die Zuwachsprozente werden aus den Ertragstafeln entnommen, für gelichtete Bestände finden einfache Zuwachsuntersuchungen statt.

Die Vornutzung ergibt sich aus einem Durchforstungsplan des nächsten Jahrzehnts für alle zu durchforstenden und zu reinigenden Bestände, getrennt nach dem Alter bis zu 40 Jahren und über 40 Jahre. Die Teilung dieser Flächen durch 10 gibt die jährliche Durchforstungsfläche. Bei mehrmaliger Durchforstung im Jahrzehnt wird die Fläche mehrfach eingetragen. Der Massensatz wird auf Grund des durchschnittlichen Anfalls im abgelaufenen Jahrzehnt einschließlich der Anfälle der Totalitätshiebe berechnet.

Für den Niederwald wird die Bildung besonderer Blöcke und in denselben einer der Umtriebszeit entsprechenden Zahl von gleichgroßen Jahresschlägen vorgeschrieben (einfache Schlageinteilung). Die Schläge brauchen am Orte und in der Karte nicht abgegrenzt zu werden; es genügt, für jede Wirtschaftsfigur die Zahl der Schläge und die Hiebsjahre zu bestimmen. Die Erträge an Derbholz und Reisig werden nach früheren Hiebsergebnissen geschätzt. Der jährliche Abnutzungssatz ergibt sich dann aus der Ertragssumme aller Schläge dividiert durch die Umtriebszeit.

Im Blenderwalde wird die Bestockung nicht gegliedert. Die Flächen sind in einer Altersklassennachweisung schätzungsweise nach Holzarten und Altersklassen zu trennen. Eine stammweise Vorratsermittlung findet nicht statt. Alle Holzerträge zählen als Endnutzung. Die Nutzungen der I. Periode werden in jeder Wirtschaftsfigur auf die Periodenmitte geschätzt und zwar nach der Hiebsbedürftigkeit der Bestandteile unter Trennung der 4 Holzartenklassen oder aber durch Auszeichnen des zu fällenden Holzes und Ermittlung der Massen durch Kluppen.

Wo der Blenderwald einen besonderen Block bildet, wird der Durchschnittszuwachs jeder Wirtschaftsfigur eingeschätzt und daraus der Gesamtzuwachs abgeleitet, der dann als Abnutzungssatz eingehalten wird, soweit nicht Vorratsmangel oder -Ueberschuß oder die Beschaffenheit der Bestockung eine geringere oder verstärkte Nutzung nötig erscheinen lassen. Wo Blenderwald schon lange besteht, soll die Nutzung der Vergangenheit und ihre Wirkung auf die Altersklassenzusammensetzung berücksichtigt werden. Die Umlaufszeit beträgt in der Regel 10 Jahre.

Eingehende Vorschriften sind auch der Kontrolle und Fortbildung der Betriebspläne gewidmet.

Beiden Zwecken dienen Kontrollbuch, Hauptmerkbuch und Flächenregister.

Das aus mehreren Abschnitten bestehende Kontrollbuch (Anweisung von 1895) dient der Kontrolle von Voranschlag und Hiebsergebnis. Jede bleibende Bestandesabteilung hat ihre eigene Rubrik, in der alljährlich der Anfall an End- und Vornutzungen eingetragen wird.

Dabei sind als Endnutzungen zu buchen: alle den Hauptbestand treffenden Holznutzungen, die entweder die gänzliche Beseitigung des Bestands oder eine solche Durchlichtung desselben bewirken, daß diese eine Erneuerung oder Ergänzung der Bestockung oder eine ins Gewicht fallende Verminderung des bei der Einrichtung festgesetzten Endertrags zur Folge hat. Vornutzungen dagegen sind die Durchforstungen im Nebenbestand, stamm- und gruppenweise Hauungen der Bestandespflege im Hauptbestand die keine Ergänzung oder über 5 % betragende Verminderung des Endertrags begründen und endlich Anfälle durch Waldbeschädigungen wiederum

ohne Bestandesergänzung oder Schmälerung des Endertrags um über 5% — sämtlich nur auf Flächen, die nicht der laufenden Wirtschaftsperiode zur Abnutzung zugewiesen sind.

Das zulässige Abnutzungssoll der Endnutzung darf ohne ministerielle Genehmigung nur bis zu 10% überschritten werden. Bei der Vornutzung dagegen besteht keine Massenbeschränkung, vielmehr nur Flächenkontrolle.

Das Hauptmerkbuch, das einen allgemeinen und speziellen Teil besitzt, soll zusammen mit Kontrollbuch und Flächenregister die Grundlage bilden für Ueberwachung, Prüfung und Berichtigung des Forstbetriebs, es soll eine Reviergeschichte bilden, welche die Entwicklung und Veränderung der Verhältnisse des ganzen Bezirks und aller Teile ersehen läßt, und soll daher alle wirtschaftlich wichtigen Ergebnisse, wirtschaftlichen Maßregeln und Arbeiten, sowie gemachten Beobachtungen und Erfahrungen der Zukunft überliefern.

Das Flächenregister endlich kontrolliert den Flächenbestand des Reviers.

Eine Neuaufstellung des Betriebswerks erfolgt nach Ablauf der I. Periode (20 Jahre).

Mit Rücksicht auf Störungen und Veränderungen in den Wirtschaftsgrundlagen wird nach 10 Jahren eine Zwischenprüfung eingelegt, wozu die Wirtschaftsbücher abgeschlossen werden; darauf wird in einer Hauptverhandlung darüber beraten und beschlossen, ob und inwieweit Aenderungen am bestehenden Plane erforderlich erscheinen.

2. Bayern.

Literatur: Weber, Kurze Uebersicht über die bisherigen amtlichen Bestimmungen für Forsteinrichtungsarbeiten in den Kgl. bayerischen Staatsforsten. 2. Aufl. 1903 (für das frühere Verfahren). — Anweisung für die Forsteinrichtung in den Kgl. bayerischen Staatswaldungen in Heft 11 der Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayerns 1910, ausführlich besprochen durch Vanselow im Forstw. Zentralbl. 1911, S. 113 (mit Angaben über die Entwicklung der Forsteinrichtung im Laufe des 19. Jahrhunderts).

§ 122. Eine Anweisung vom Jahr 1819 führte das Massenfachwerk Georg Ludwig Hartigs in seiner ursprünglichen und reinen Form in Bayern ein. Schon 1827 erschien jedoch eine neue Vorschrift, die starke Hinneigung zu Cottas Lehren zeigt, und die die bisherigen Vorschriften in diesem Sinne abänderte, so daß sich in Bayern ein eigenartiges kombiniertes Fachwerk herausbildete, das für den ganzen Rest des Jahrhunderts in Geltung blieb. Die Einreihung der Bestände in die 24jährigen Perioden erfolgte nach dem Durchschnittsalter unter Berücksichtigung der Beschaffenheit der Bestockung und der Hiebsfolge. Späterhin beschränkte man die Ertragsnachweise sogar auf die nächste 24jährige Periode, ging also zum reinen Flächenfachwerk über. Der Abnutzungssatz wurde aus $\frac{F}{u} \times$ Vorrat der Flächeneinheit abgeleitet.

Die Vorschriften von 1827 konnten übrigens zunächst praktisch nicht wirken, weil ihnen nähere Instruktionen über die praktische Ausführung fehlten. Dem wurde durch eine Instruktion von 1830 und spätere ergänzende Anleitungen abgeholfen.

Eine schwere Erschütterung hat dann das herrschende Einrichtungswesen im Jahre 1908 durch die Kritik und den Antrag des Grafen Törring im bayrischen Reichsrat erlitten, die eine vollkommene Unzulänglichkeit des Verfahrens der Ertragsregelung insbesondere in ökonomischer Hinsicht aufdeckten. Daraus ist die neue Anweisung von 1910 entstanden, die im scharfen Gegensatze zu allem Früheren

steht, denn sie stellt sich in ökonomischer Hinsicht auf den Standpunkt der Reinertragslehre, sie gibt dem Nachhaltbegriff eine weitere Fassung und sie geht bezüglich der Ermittlung der nachhaltigen Nutzung vom Fachwerk zur Altersklassenmethode über.

Die Anweisung von 1910 bezeichnet zunächst als Aufgaben der Forsteinrichtung:

a) ein klares übersichtliches Bild der gesamten gegenwärtigen wirtschaftlichen Verhältnisse des Betriebsverbands zu geben,

b) aus diesem „Tatbestand" und den Zwecken, welchen der Wald zu dienen hat, das Wirtschaftsziel zu folgern, die Wirtschaftsgrundsätze zu entwickeln und den Hiebssatz festzustellen,

c) in den Betriebsplänen den Betrieb für den nächsten Zeitabschnitt zu regeln,

d) den Vollzug zu sichern, sowie den Wirtschaftserfolg nachzuweisen.

In bezug auf Ertragsbestimmung wird gefordert: „Für jede Betriebsklasse ist die Fläche zu bestimmen, welche innerhalb des nächsten 20jährigen Wirtschaftszeitraums zur Abnutzung kommen soll". Es wird ausgegangen von der diesem Zeitraum zustehenden normalen Flächenquote $\frac{F}{u} \times 20$, die jedoch bei ungleicher Gestaltung der Altersklassen lediglich als Vergleichsmaßstab dienen kann. Sie wird nämlich durch das tatsächliche Altersklassenverhältnis modifiziert, wobei zunächst die Flächensumme der hiebsreifen und in den nächsten 20 Jahren hiebsreif werdenden Bestände bestimmend ist, zusammen mit einer eingehenden Würdigung der Größenverhältnisse und der Beschaffenheit der Altersklassen. Für den Flächenhiebssatz ist dabei ein Rahmen gegeben; er soll mindestens ausreichen, allen Hiebsnotwendigkeiten schon während des nächsten Jahrzehnts entsprechen zu können, und soll so bemessen sein, daß eine unwirtschaftliche Ansammlung überalter Bestände auf größerer Fläche tunlichst vermieden wird; er soll aber auch nicht größer sein als die Gesamtfläche der hiebsbedürftigen, hiebsreifen und in den nächsten 20 Jahren hiebsreif werdenden Bestände.

Bei starker Abnormität der Altersklassen wird deren Entwicklung unter Einwirkung der jeweils angemessen erscheinenden Flächenabnutzung noch auf weitere Zeiträume hinaus verfolgt und zwar in einem Abnutzungsplan — einem Rudiment des ehemaligen Flächenfachwerksplans, der aber hier nur Uebersichtsplan ist, ohne Bindung der Wirtschaft.

Der ökonomische Standpunkt ergibt sich aus der Stellung zur Ermittlung und Berücksichtigung der Wertserzeugung, zur Bestimmung des Umtriebs der Betriebsklasse und der Hiebsreife des Einzelbestands. Die Anweisung geht hier davon aus, daß, soweit nicht andere Interessen im Wege stehen, die Bewirtschaftung auf die höchstmögliche Produktion meistbegehrter Sortimente und auf die wirtschaftliche Gewinnung eines möglichst hohen Geldertrags gerichtet sein müsse.

Das Maximum der Waldrente wird als äußerste Umtriebsgrenze bezeichnet, die Absetzbarkeit der anfallenden Sortimente als Untergrenze. In diesem Rahmen wird die praktische Verwirklichung der Reinertragslehre in maßvoller Weise und unter Rücksicht auf die Verhältnisse des Staatsbesitzes versucht, wovon später.

Das Verfahren ist folgendes:

Zunächst werden B e t r i e b s v e r b ä n d e gebildet, und diese in D i s t r i k t e und A b t e i l u n g e n geteilt. Diese Waldeinteilung wird als „ständige" bezeichnet und ausdrücklich ausgesprochen, daß Aenderungen nur aus zwingenden Gründen vorgenommen werden dürfen.

Nun folgt die E r m i t t l u n g d e s „f o r s t w i r t s c h a f t l i c h e n T a t b e s t a n d e s". Zunächst sind Nichtholzboden und Bestände auszuscheiden. Die

ausgeschiedenen Bestände — Unterabteilungen — sind die Wirtschaftseinheiten. Die Bestandesausscheidung hat deshalb alle, die Bewirtschaftung und den Ertrag beeinflussenden Verschiedenheiten zu erfassen, sie muß ein richtiges Bild der Waldzusammensetzung geben, darf aber nicht ins Kleinliche gehen. Unter 1 ha Größe sollte nur ausnahmsweise bei der Ausscheidung herabgegangen werden. Bestandesverschiedenheiten kleineren Umfangs oder solche vorübergehender Natur werden nur auf der Karte angedeutet.

Mit Recht wird verlangt, daß die Ermittlung des Bestandesalters bei vollständig fertigen Verjüngungen mit besonderer Sorgfalt zu erfolgen habe, da dieses Alter weiterhin für die ganze Lebenszeit des Bestandes festgehalten werden soll. Vor Beendigung der Verjüngung ist nur die obere Altergrenze anzugeben. In bereits ausgeformten Beständen hat die Altersermittlung besonders an Stämmen mittleren Alters zu geschehen. Nunmehr wird die „Flächen- und Altersklassenübersicht" gefertigt. Standort und Bestand sind auf besonderem Formular zu beschreiben, dasselbe dient zugleich der Führung der „Bestandeschronik". Nichtstandortsgemäße Bestockungsteile sind in besonderem Verzeichnisse nachzuweisen, damit durch ihren Abtrieb Massen- und Wertszuwachs gesteigert werden kann; ebenso ist eine übersichtliche Zusammenstellung der in ihrem Gesundheitszustand abnormen Bestockungsteile zu fertigen.

Die Verteilung von Holzarten, Bestandesformen, Bonitäten und Bestockungsgraden wird im Rahmen der Altersklassen dargestellt.

Für Zwecke zuverlässiger Ertragsbestimmung werden Vorrat und Zuwachs der Angriffsbestände ermittelt, der Vorrat in der Regel nur für diejenigen Bestände, die zum Angriff im nächsten Jahrzehnt bestimmt sind, und zwar entweder auf Probeflächen (bei gleichartiger Bestockung) oder auf der ganzen Fläche unter Anwendung der bayerischen Massentafeln. Der Zuwachs wird für die nächsten 20 Jahre ermittelt (da spätestens nach 20 Jahren eine Erneuerung des Einrichtungswerks stattfindet) und zwar aus Normalertragstafeln oder als laufender Zuwachs.

Auch die Wertserzeugung ist Gegenstand der Ermittlung und zwar nach Stärkenzuwachs, Sortimentenanfall und Qualitätsziffer, während die „finanziellen Ergebnisse der Wirtschaft" im Nutzholzprozent, in einer Uebersicht über die jährliche Preisgestaltung für die Hauptsortimente und in einer Darstellung des Brutto- und Nettoertrages je Hektar der Holzbodenfläche zum Ausdruck kommen.

Endlich hat sich die „Erhebung des Tatbestandes" noch auf Holzausbringung und Absatz, Belastung mit Forstrechten usw. zu erstrecken, sowie endlich auf die Ermittlung des wirklichen und normalen Hauptbestands-Derbholzzuwachses und des wirklichen und normalen Derbholzvorrats.

Auf Grund des sich hiedurch ergebenden „Tatbestands" werden sodann die Grundzüge für die künftige Bewirtschaftung und Nutzung aufgestellt, es werden die Holzarten, Bestandesformen und Betriebsarten gewählt, wobei neben der Massen- und Wertsproduktion auch die waldbaulichen und bodenpfleglichen Eigenschaften zu berücksichtigen sind; es werden Betriebsklassen gebildet und zwar bei wesentlichen Abweichungen von den durchschnittlichen Verhältnissen auf belangvollen Flächen. Die Betriebsklassen erhalten besondere Altersklassenübersicht und eigenen Hiebssatz.

Bezeichnend ist die Stellung der Anweisung zur Frage der Umtriebsbestimmung. Der Umtrieb wird richtig aufgefaßt als Durchschnitt der im wirklichen Walde stets abweichenden Hiebsreifealter der Einzelbestände: „Wenn (im wirklichen Wald) den Anforderungen der Wirtschaftlichkeit entsprechend das Holz

stets im Zeitpunkt seiner Hiebsreife zum Einschlag gebracht werden soll, muß das Abtriebsalter der einzelnen Bestände von dem Umtriebsalter mehr oder weniger abweichen".

Die für die Umtriebsbestimmung gegebenen allgemeinen Gesichtspunkte geben zugleich das ökonomische Wirtschaftsprogramm für den ganzen Betrieb, wenn es auf S. 18 der Anweisung heißt:

„Der Forstwirtschaft in den Staatswaldungen ist gesetzlich die Aufgabe zugewiesen, unter Wahrung der Nachhaltigkeit und unter Berücksichtigung der vorhandenen Nutzungsrechte Dritter die höchstmögliche Produktion in den dem Bedürfnisse der Gegend und des Landes entsprechenden Sortimenten zu erzielen. Außerdem hat die Staatsforstverwaltung die Verpflichtung, das ihr anvertraute Staatsgut wirtschaftlich zu nutzen und aus der Bewirtschaftung einen möglichst hohen Geldertrag zu erzielen.

Soweit demnach ein Wald nicht ausschließlich oder überwiegend der Befriedigung von Forstrechten oder als Schutzwald öffentlichen Zwecken oder ähnlichen Interessen zu dienen hat und seine Nutzung darnach zu regeln ist, muß die Bewirtschaftung auf die höchstmögliche Produktion meistbegehrter Sortimente und auf wirtschaftliche Gewinnung eines möglichst hohen Geldertrags gerichtet sein".

Um auf solcher Grundlage den Umtrieb zu bemessen, sind Sortiments- und Preiserhebungen zu machen und sind Wertszunahme und Waldrente zu berechnen. So gewinnt man, wie schon oben erwähnt wurde, einen Rahmen für Bemessung des Umtriebs zwischen dem Maximum der Waldrente als Obergrenze und der vollen Absetzbarkeit der erzeugten Sortimente als Untergrenze. Innerhalb dieses Rahmens sollen, je nach Holzart, Standort usw., das ökonomisch günstigste Verhältnis zwischen den anfallenden Sortimenten, die absolute Wertszunahme der Bestände („es ist wirtschaftlich, die Produktion dann zu schließen, wenn der Aufschwung der Wertsmehrung vorüber ist"), und endlich das Verhältnis von Wertszuwachs und Produktionsaufwand (im Weiserprozent) für die Wahl der Höhe des Umtriebs bestimmend sein. Außer den rechnerischen Ergebnissen sollen aber auch noch Momente, wie Wirkung auf den Bodenzustand, Naturverjüngungsmöglichkeit, Gesundheit des Holzes, Windgefahr usw. berücksichtigt werden.

Weiterhin sind W i r t s c h a f t s r e g e l n aufzustellen auf Grund eingehender Würdigung der natürlichen Wachstumsbedingungen und des Einflusses, den die bisherige Wirtschaft auf die Beschaffenheit der vorhandenen Bestockung gehabt hat.

Ueber die E r t r a g s b e s t i m m u n g , die sich auf die Größe der „Flächenabnutzung" stützt, wurde schon oben berichtet.

Für „A u f s t e l l u n g d e r B e t r i e b s p l ä n e u n d d e s H i e b s s a t z e s" sind nun folgende Bestimmungen getroffen:

Die Nutzungen sind zu scheiden in „H a u p t n u t z u n g" und „Z w i s c h e n n u t z u n g". Ueber die Einreihung der Bestände in den Plan der Hauptnutzung sind eingehende Vorschriften erteilt. Die Wirtschaftsperiode beträgt 20 Jahre. Da aber nach 10 Jahren Zwischenrevision stattfindet, so braucht der Fällungsplan nur auf 10 Jahre bemessen zu werden. Trotzdem genügt es nicht, der Wirtschaft nur die 10jährige Nutzungsfläche zur Verfügung zu stellen. Der Wirtschafter bedarf eines Spielraums in der Auswahl der Schläge für Hiebswechsel, Naturverjüngung usw.; daher wird der Wirtschaft der nächsten 10 Jahre eine Nutzungsfläche, die dem Soll der nächsten 20 Jahre entspricht, zur Verfügung gestellt. Dabei werden die Bestände und Bestandesteile dem Betriebsplan nach Hiebsbedürftigkeit, Hiebsfolge, wirtschaft-

licher Hiebsnotwendigkeit und Hiebsreife zugewiesen bis zur Erfüllung des gewählten Flächensatzes.

Der Massenhiebssatz der Hauptnutzung ergibt sich folgendermaßen: „durch Division der in den Fällungplan zur Hauptnutzung eingestellten Gesamtfläche in den Hauptnutzungsertrag wird der durchschnittliche Haubarkeitsertrag eines Hektars der Hauptnutzungsfläche erhalten. Das Produkt aus diesem durchschnittlichen Haubarkeitsertrag und dem aus der festgesetzten periodischen Abnutzungsfläche sich berechnenden jährlichen Flächensoll ergibt den Hauptnutzungshiebssatz".

Der Zwischennutzungs-Hiebssatz ist der zehnte Teil der im Fällungsplane veranschlagten Durchforstungserträge und zufälligen Ergebnisse.

Dann folgen Kulturplan, Wegbauplan und Streunutzungsplan.

Der Vollzug und seine Nachweisung ist durch Führung zahlreicher Verzeichnisse und Uebersichten, sowie eines Wirtschaftsbuchs gesichert.

Die Erneuerung des Einrichtungswerks (Hauptrevision) erfolgt nach Ablauf von 20 Jahren; ausnahmsweise, bei Eintritt außerordentlicher Ereignisse, kann die Hauptrevision auch schon nach kürzerer Frist stattfinden. Nach 10jähriger Dauer des Plans findet eine Zwischenrevision statt, die sich lediglich mit der Ertragsordnung beschäftigt, während die Bestandesausscheidung nicht geändert werden darf.

Was endlich die Zuständigkeit und den Geschäftsgang für die Forsteinrichtungsarbeiten betrifft, so gehört deren Anordnung und Leitung, sowie die Ausarbeitung der Forsteinrichtungswerke zur Geschäftsaufgabe der K. Regierung, Kammern der Forste, bei welchen hiefür eigene Sachreferate bestellt sind.

Das Forstamt ist zu allen wesentlichen Teilen einer seinen Dienstbezirk betreffenden Forsteinrichtung einzuvernehmen; seine Aeußerungen haben Beilagen des Forsteinrichtungswerks zu bilden. Sämtliche Beamte des Forstamts sind nach Anordnung der K. Regierung zur Mitwirkung verpflichtet.

3. Württemberg.

Literatur: Graner, „Forstbetriebseinrichtung" 1889 (stellt das bis 1898 in Württemberg geltende Fachwerk dar). — Hugo Speidel, „Aus Theorie und Praxis der Forstbetriebseinrichtung". A. F. u. J.-Z. 1893, S. 145 ff. (weist die Mängel des früheren Verfahrens nach und gibt die Grundlagen für das jetzt geltende Verfahren). — Vorschriften für die Wirtschaftseinrichtung in den württemb. Staats- und Körperschaftswaldungen 1898.

§ 123. Die Forsteinrichtung in Württemberg wurde in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts ganz vom Hartigschen Massenfachwerke beherrscht. Noch die Instruktion für die Abschätzung und Einrichtung der Staatsforste von 1850 schreibt diese Methode vor; doch wurde bald in einer Verfügung betreffend Aenderung und Ergänzung dieser Instruktion von 1862 zum kombinierten Fachwerk übergegangen, das 1878 in einer im „Entwurf" veröffentlichten „Anweisung betr. Aufstellung, Vollzug und Erneuerung der Wirtschaftspläne für die Waldungen der Gemeinden, Stiftungen und sonstigen öffentlichen Körperschaften", die in der Folge auch für die Staatswaldungen bestimmend wurde, seinen vollen Ausbau erhielt. Damit hielt ein ausgeprägtes Abteilungsfachwerk mit Flächeneinrichtungsplan und Ziel der Abteilungseinheit seinen Einzug in die württembergischen Waldungen, um deren Wirtschaft bis zum Ende des Jahrhunderts zu beherrschen.

Erst im Jahr 1898 trat ein Umschwung ein. In den in diesem Jahre herausgegebenen Vorschriften findet sich zwar jener „Entwurf" von 1878 als Vorschrift auch für die Staatswaldungen nochmals abgedruckt (Litera A), er wird jedoch gleichzeitig

als in wesentlichen Punkten nicht mehr bindend bezeichnet, wobei ihm „auf Grund inzwischen gemachter Erfahrungen“ neue Bestimmungen beigefügt werden (Litera B), die ihn abändern und ergänzen; und diese neuen Bestimmungen haben sodann die alten, die neben ihnen fortbestanden und wahlweise auch fernerhin angewendet werden konnten, in der Praxis in kurzer Zeit vollkommen verdrängt, so daß heute nur noch die neuen Bestimmungen als gültig betrachtet werden können.

Diese abändernden und ergänzenden neuen „Bestimmungen“ gründen sich auf zahlreiche Einwände, die Hugo Speidel 1893 l. c. gegen das herrschende Fachwerk erhoben hatte und rühren von ihm her. Sie bedeuten nichts weniger, als einen vollkommenen Bruch mit dem bisher herrschenden Fachwerksprinzip und den Uebergang zu einer Altersklassenmethode, die der sächsischen Bestandeswirtschaft nachgebildet ist. Die von Hugo Speidel eingeführte Altersklassenmethode hat sich inzwischen in Württemberg vollkommen eingebürgert, auch wenn sich Rudimente des früheren Fachwerks im Anschluß an die formell immer noch teilweise geltende alte Vorschrift in der Praxis und den Anschauungen vielfach erhalten haben.

Die Stellungnahme der neuen Vorschriften zum alten Fachwerk ergibt sich aus folgenden Bestimmungen:

„Die Vorschrift, daß vor der ins Einzelne gehenden Bearbeitung eines Wirtschaftsplanes stets ein auf ganze Abteilungen gegründeter, die ganze Umtriebszeit umfassender und — als das Soll des zweiten Umtriebes darstellend — alle Perioden mit gleicher Fläche ausstattender „Flächeneinrichtungsplan“ (Normalflächenplan) aufzustellen sei, wird hiemit außer Wirkung gesetzt.

Unter der Voraussetzung, daß die wirtschaftliche Einteilung eine Aenderung nicht erleide, ist vielmehr zunächst der wirtschaftliche Tatbestand unterabteilungsweise mit möglichster Sorgfalt aufzunehmen und im einzelnen und ganzen festzustellen.

Zum Zweck der Ertragsregelung ist sodann unterabteilungsweise die Hiebsfläche auszuscheiden, welche die Grundlage des periodischen Nutzungsplanes zu bilden hat.

In der Regel wird es genügen, die Hiebsfläche für die I. Periode speziell auszuscheiden.

Für das Maß der so auszuscheidenden Nutzungsflächen im ganzen bildet die Normalfläche einer 20jährigen Periode den Hauptanhaltspunkt. Um jedoch den Anforderungen eines abnormen Altersklassenverhältnisses und eines abnormen Zustandes der Bestände genügend Rechnung tragen und abnorme Verhältnisse der einen oder anderen Art auf kürzestem Wege und mit den geringsten Opfern verbessern zu können, sind Abweichungen von der Normalfläche zulässig, dergestalt daß z. B. bei einem Abmangel an hiebsreifen Beständen die Nutzungsfläche der I. Periode unter den Betrag der Normalfläche herabgesetzt, dagegen bei einem Ueberschuß an hiebsreifen, desgleichen bei stärkerer Vertretung zuwachsarmer oder sonst unvollkommener Bestände über den Normalbetrag erhöht werden kann. — Derartige Abweichungen von dem normalen Soll sind nach Bedarf zu begründen.

Abweichend von der Bestimmung des bisher geltenden Entwurfs dürfen dem Flächenplan nur einheitliche Unterabteilungen und zwar nur Bestände solchen Alters und solcher Beschaffenheit zugewiesen werden, welche in dem betreffenden Zeitabschnitt auch verjüngt werden können bezw. der Hiebsfolge usw. halber verjüngt werden müssen.

Demgemäß stellt die Summe der der I. Periode zugewiesenen Bestände von selbst die effektive Abnutzungsfläche dieses Zeitraumes dar.

Auf die sachgemäße Ausstattung der I. Periode ist denn auch die größte Sorgfalt zu verwenden.

Im übrigen ist bei der Auswahl der einzelnen zu verjüngenden Bestände nicht nur die Rücksicht auf die Bestände selbst, sondern auch eine gute Hiebsfolge und Bestandesordnung mit entsprechender räumlicher Verteilung der Altersklassen im Auge zu behalten. Auch ist stets darauf hinzuwirken, daß einer die sachgemäße Hiebsführung in späterer Zeit beeinträchtigenden Verwachsung von Beständen durch Loshiebe, Freihiebe usw. rechtzeitig vorgebeugt wird. In größeren Nadelholzkomplexen ist insbesondere auch die allmähliche Bildung kurzer und soweit möglich selbständiger Hiebszüge anzustreben".

Damit sind das Aufteilungsprinzip und das Ziel der Abteilungseinheit, die sich im württembergischen Fachwerke ganz besonders erhalten und ausgebildet hatten, aufs bestimmteste abgelehnt und ist zu einer Methode im Sinne der sächsischen Wirtschaft übergegangen worden.

Das Verfahren ist kurz folgendes:

Zunächst werden Betriebsklassen gebildet, worunter die Gesamtheit der Bestände bezw. Abteilungen zu verstehen ist, die in gleicher Betriebsart und Umtriebszeit bewirtschaftet und in gesonderter Schlagordnung für sich behandelt werden sollen, in denen daher eine selbständige Altersgliederung vorhanden ist oder erstrebt werden soll, und für die ein besonderer Nutzungsetat aufgestellt wird.

Die wirtschaftliche Einteilung erfolgt in Distrikte, d. h. einzelne größere Waldzusammenhänge des Wirtschaftsbezirks, auch wohl einzelne durch natürliche Grenzen oder durch Wege getrennte Teile; dann in Abteilungen, welche die Einheiten der Waldeinteilung bilden, deren Größe sich vorzugsweise nach der Gesamtfläche des Wirtschaftsbezirks richten soll. Allgemein sollen die Abteilungen nicht zu groß gemacht werden; es sollen soweit möglich bleibende Wege als Grenzen gewählt und nicht allzugroße Standorts- und Bestandesverschiedenheiten in den Rahmen der Abteilung zusammengefaßt werden.

Innerhalb der Abteilung werden Unterabteilungen ausgeschieden, wo die Bestockung Anlaß zu abweichender wirtschaftlicher Behandlung gibt. Diese Unterabteilungen bilden nun weiterhin die räumlichen Einheiten für Aufnahme des wirtschaftlichen Zustandes der Bestockung nach Holzarten, Alter und Vollkommenheit, aus deren Ergebnissen die Altersklassentabelle in 20 jähriger Abstufung abgeleitet wird.

Auf diesen Grundlagen wird nunmehr der Wirtschaftsplan aufgestellt.

Grundsätze und Verfahren für Ermittlung der Umtriebszeit werden nicht gegeben, wie überhaupt die Aufstellung bestimmter ökonomischer Grundsätze für die Wirtschaft in der Vorschrift streng vermieden wird. Es wird nur bestimmt, daß bei Festsetzung der Umtriebszeit eine Abstufung von 10 zu 10 Jahren (früher 20 zu 20 Jahre!) zulässig sei.

Die Berechnungszeit für die Endnutzung beträgt 20 Jahre (alte I. Periode), d. h. die Nutzungsflächen werden für einen 20 jährigen Zeitraum ausgewählt; der Wirtschaftszeitraum, für den die Berechnung des Massennutzungssatzes Gültigkeit hat; beträgt dagegen nur 10 Jahr (bisher erstes Jahrzehnt), nach dessen Ablauf der Wirtschaftsplan erneuert wird. So stehen also — ähnlich wie dies auch die neue bayerische Vorschrift fordert — dem Wirtschaftsbetriebe des nächsten Jahrzehnts die für den 20 jährigen Berechnungszeitraum gewählten Flächen zur Er-

hebung der Endnutzung zur Verfügung, wodurch gegenüber z. B. dem sächsischen Verfahren der Wirtschaft ein viel höherer Grad waldbaulicher Bewegungsfreiheit gewährt ist.

Das Verfahren ist im übrigen, wie oben gezeigt, dem sächsischen Verfahren das der vorausgehenden Darstellung der Forsteinrichtungslehre zugrunde gelegt wurde sehr ähnlich, nur fehlt eine rechnerische Feststellung der Hiebsreife.

Die Vornutzung wird nur fürs erste Jahrzehnt nach Fläche bestimmt und nach Masse geschätzt und unterliegt nur der Flächenkontrolle.

Der Vollzug wird geregelt durch jährliche Nutzungspläne, die das „Soll", und jährliche Fällungsnachweisungen, die das „Hat" darstellen.

Die periodische Kontrolle geschieht durch Wirtschaftsbücher für End- und Vornutzung.

Eine Erneuerung des Wirtschaftsplans erfolgt alle 10 Jahre (Hauptrevision), während in der Mitte des Wirtschaftszeitraums, also nach 5 Jahren, eine „Zwischenrevision" eingelegt wird, die einen Ueberblick über den Gang der Wirtschaft schaffen und die Möglichkeit geben soll, im Falle von Störungen der Wirtschaft oder von großen Differenzen zwischen Schätzung und Anfall einzugreifen und den Nutzungssatz neu zu berechnen.

Bisher lag die Aufstellung des Wirtschaftsplans ganz in den Händen der äußeren Verwaltung. Die Fertigung erfolgte unter Leitung des Inspektors durch den Revierverwalter, bei größeren Plänen unter Zuziehung von jungen Hilfskräften. Diese letzteren sind neuestens unter Bestellung eines Einrichtungsreferenten bei der Forstdirektion und Angliederung des Vermessungsbureaus zu einer „Hilfsanstalt für das Forsteinrichtungswesen" zusammengezogen worden. Dieser Hilfsanstalt fällt die Aufgabe zu, den wirtschaftlichen „Tatbestand"[1]) zu ermitteln: „die Vornahme der geometrischen und taxatorischen Vorarbeiten für die Aufstellung des Wirtschaftsplans einschließlich der Ertragsberechnung auf Grund der Holzvorratsaufnahmen"; während der „Aufbau des Wirtschaftsplans" Sache des Oberförsters unter Leitung des Forstinspektors ist.

Eine durchgreifende und einheitliche Regelung des ganzen Forsteinrichtungswesens dürfte für Württemberg nach dem Vorgehen der Nachbarstaaten wohl nur noch eine Frage der Zeit sein.

4. Sachsen (Königreich).

Literatur: Judeich, Forsteinrichtung. 6. Auflage. 1904. Seite 415 ff.

§ 124. Das hier gebräuchliche Forsteinrichtungsverfahren hat sich allmählich aus dem Flächenfachwerk und kombinierten Fachwerk entwickelt. Da es den Verhältnissen der Einzelbestände oder Bestandsgruppen die eingehendste Beachtung schenkt, so bezeichnet man es mit Recht als ein Verfahren der Bestandswirtschaft oder der Bestandskomplexwirtschaft. Die letztere Bezeichnung ist die zutreffendere, so lange nicht eine seit langer Zeit bestehende regelmäßige Wirtschaft den Bestand an die Stelle des Bestandeskomplexes setzt. Bei diesem Verfahren treten volkswirtschaftlich begründete finanzielle Grundsätze in den Vordergrund. Zur Sicherung der Nachhaltigkeit wird die Abtriebsnutzung eines Waldes oder einer Betriebsklasse durch die Vergleichung des wirklichen mit dem normalen Altersklassenverhältnis geregelt und die Größe des Jahresschlages auf Grund vieler in

1) Ein in diesem Zusammenhang ebenso häufig gebrauchter wie deplazierter Ausdruck für den gegebenen wirtschaftlichen Zustand, von dem als einem „Tat"bestand doch nicht gesprochen werden kann.

Betracht kommender Erwägungen festgestellt. Das Verfahren hat sich seit mehr als 50 Jahren von einer Verteilung der Nutzung nach Fläche oder Masse auf bestimmte Perioden einer Umtriebs- oder Einrichtungszeit freigemacht, weil erfahrungsmäßig eine solche Verteilung ebenso umständlich wie zwecklos ist. Durch die Bildung vieler kleiner Hiebszüge wird die Wirtschaft tunlichst elastisch und beweglich gestaltet, dabei aber nie das Streben nach einer normalen Verteilung der Altersklassen aus dem Auge gelassen.

Die in den vorstehenden §§ 56 und flg. für eine Bestandswirtschaft niedergelegten Grundsätze und Regeln decken sich in allen wesentlichen Punkten mit dem sächsischen Verfahren für den schlagweisen Hochwaldbetrieb, weshalb hier der einfache Hinweis genügt. Namentlich sind in dieser Beziehung die §§ 92 bis 101 hervorzuheben.

Die Ausführung und Fortführung der Forsteinrichtungsarbeiten liegt in Sachsen seit alter Zeit in den Händen einer wohlorganisierten Einrichtungsanstalt, der es wohl in erster Linie zu danken ist, daß die sächsische Forsteinrichtung seit langer Zeit an der Spitze der Entwicklung auf dem Gebiete der Forsteinrichtung marschiert; ja wir erleben es heute, daß eine der großen Verwaltungen nach der andern vom Fachwerke zu der in Sachsen ausgebildeten Methode übergeht, weil sie selbst, infolge des Mangels einer gutorganisierten Einrichtungsanstalt, sämtlich bisher in der Entwicklung ihres Einrichtungswesens zurückgeblieben waren.

5. Baden.

Literatur: Dienstanweisung über Forsteinrichtung in den Domänen-, Gemeinde- und Körperschaftswaldungen des Großherzogtums Baden vom 19. Juni 1869 — Dienstanweisung . . . vom 26. April 1912. — Ferner: Nüßle, „Zur badischen Forsteinrichtung und ihrer Fortbildung" Forstwiss. Zentralbl. 1907. — U. Müller, „Der heutige Stand der Forsteinrichtungsfrage und das in Baden übliche Einrichtungsverfahren (Vortrag vor dem badischen Forstverein 1907). — Hamm, „Die Einrichtungsfrage . . ." A. F. u. J.-Z. 1908, S. 363 ff.

§ 125. Auch in Baden herrschte zu Anfang des 19. Jahrhunderts das Massenfachwerk, doch wurde es dort, da es mit seinen 20jährigen Perioden für die Naturverjüngung der Tanne im Schwarzwald ungeeignet war, schon verhältnismäßig frühe wieder verlassen. Das Bedürfnis, das räumliche Vorgehen im Walde im Interesse der natürlichen Verjüngung möglichst unabhängig von der Ertragsregelung zu machen führte zur Heyerschen Methode.

Wichtigste Grundlagen für den Endnutzungssatz bildeten eine Betrachtung der bisherigen Wirtschaftsergebnisse, ein Vergleich der bisherigen Nutzung mit ihren Wirkungen auf den Waldzustand, sowie der wirkliche Haubarkeits-Durchschnittszuwachs, wie er in den nächsten 10 Jahren mutmaßlich erfolgen wird. Dazu kam die Differenz zwischen normalem und wirklichem Vorrat, von denen der erstere sowohl mit Hilfe der Ertragstafeln, als aus $u \times \frac{uZ}{2}$, der letztere nach der in Wirklichkeit im Walde vorhandenen Masse eingeschätzt wurde. Die Vorratsdifferenz sollte, so rasch als dies ohne ökonomische Verluste oder wirtschaftliche Fehler möglich, spätestens innerhalb einer Umtriebszeit, entfernt, dabei sollten aber Schwankungen vermieden werden.

Die in diesem Jahre (1912) ergangene, sehr eingehend ausgearbeitete neue Vorschrift bedeutet nun einen großen Fortschritt gegenüber dem früheren Verfahren, ist sie doch von ökonomischem Geiste durchweht und bestrebt, die Wirtschaft auf ökonomischen Momenten aufzubauen und sich über den wirtschaftlichen Erfolg Rechenschaft zu geben. Sie nimmt einen vermittelnden Standpunkt zwischen Boden- und Waldreinertragslehre ein. Im übrigen steht sie auf dem Standpunkt der Bestan-

deswirtschaft und bildet in bezug auf Ertragsregelung eine Kombination von Altersklassen- und Vorratsmethode.

Die neue Vorschrift bezeichnet als Ziel der Wirtschaft: „einen nachhaltig möglichst hohen Waldreinertrag neben gleichzeitiger angemessener Verzinsung der in der Wirtschaft festgelegten Kapitalien.

Nach diesem Grundsatz ist über Holzart, Betriebsart und Umtriebszeit Entscheidung zu treffen.

Innerhalb des hiedurch gegebenen Rahmens sind als Mittel zur Erreichung des Wirtschaftsziels anzuwenden: freie Bestandeswirtschaft; sorgfältige Bestandespflege mit dem doppelten Zweck, einmal nutzholztüchtige und wertvolle Bestände zu erzielen (Schaft- und Kronenform), zum andern ein günstiges Verhältnis zwischen Zuwachs und Holzkapital zu erreichen; weitgehende Anwendung der natürlichen Verjüngung und geeigneten Orts des Lichtwuchsbetriebs, um in kürzester Zeit die größte Menge der vom Markt begehrten und gutbezahlten Sortimente hervorzubringen; Rücksichtnahme auf Bodenkraft und Bodentätigkeit bei allen wirtschaftlichen Maßnahmen; tunlichste Sparsamkeit in den Produktionskosten; Beschleunigung des Ausbaues des Wegnetzes; vorteilhafte Ausnutzung der jeweiligen Lage des Holzmarktes."

Diesem Wirtschaftsziele entsprechend werden nun — nach Aufnahme der Standorts- und Bestandesverhältnisse, insbesondere Ermittlung des durchschnittlichen und laufenden Gesamtzuwachses, des Altersklassenverhältnisses, des Normalvorrats und Waldkapitals — Holzart, Betriebsart und Umtriebszeit festgestellt, letztere unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Maximums des Waldreinertrags und der Verzinsung des Waldkapitals, die eine angemessene sein soll. Dabei findet auch die Sortimentserzeugung verschiedener Umtriebe Beachtung. Die Berechnungen sind übrigens nur für einzelne typische Wirtschaftsgebiete durchzuführen und die Ergebnisse dann auf Waldungen mit ähnlichen Produktionsverhältnissen zu übertragen. Berechnet werden für den vorliegenden Zweck Waldreinerträge für die in Betracht kommenden Umtriebszeiten und Bodenertragswerte zur Ermittlung des finanziellen Umtriebs, sowie zum Vergleich dieser Ergebnisse die durchschnittliche Verzinsung. Auch die Rechnung nach dem Weiserprozent und dem Massenverzinsungsprozent ist beizuziehen.

Die Vorschrift enthält Bestimmungen über Ausscheidung von Betriebsklassen, und fordert die Aufstellung von Wirtschaftsregeln.

Das Verfahren ist im übrigen folgendes:

Bei Aufstellung der Wirtschaftspläne wird die Nutzung geschieden nach End- und Vornutzung.

Die Ermittlung der Endnutzung stützt sich auf einen „vorläufigen Hiebsplan" für das kommende Jahrzehnt, der einen Ueberblick über diejenigen Objekte gibt, für welche die wirtschaftliche Notwendigkeit oder Zweckmäßigkeit der Verjüngung besteht, und zugleich eine Uebersicht über das Maß der Dringlichkeit des Hiebs gewährt. In diesem Sinne werden die Bestände geordnet nach: dringenden Hieben (Rückgang und Ueberreife), notwendigen Hieben (Verjüngungsbestände, Ordnung der Hiebsfolge) und fraglichen Hieben (hiebsreife bezw. in den nächsten 10 Jahren hiebsreif werdende Bestände) vorgetragen. Der vorläufige Hiebsplan ergibt den vorläufigen Hiebssatz und dient überdies zur Ermittlung des für ein Hektar berechneten durchschnittlichen Vollbestandsvorrats in den Verjüngungsorten.

Im schlagweisen Hochwald werden nun beim Nachhaltbetrieb folgende Größen als Weiser für die Nachhaltigkeit der Nutzung verwendet:

1. Der durchschnittliche Gesamtzuwachs, worüber zunächst die Waldstandsübersicht Aufschluß gibt. Da er stets unter Zugrundelegung des normalen Nutzungsalters ermittelt werden soll, stellt er im allgemeinen eine Obergrenze der durchschnittlichen Zuwachsleistung dar.

2. Der laufende Gesamtzuwachs. Er bezeichnet die Hiebsmasse, die genutzt werden kann, ohne daß der gegenwärtige Holzvorrat der Betriebsklasse sich vermehrt oder vermindert.

3. Die normale Schlagfläche $\frac{F}{u} \times 10$ beim Kahlschlagbetrieb.

4. Die der normalen Schlagfläche entsprechende Endnutzung $\frac{F}{u} \times 10 \times m$ bei Schirm- und Femelschlagbetrieb. Die Formel gibt die Höhe der zum normalen Nachrücken der Verjüngungsflächen erforderlichen Endnutzung an.

Bei Feststellung des endgültigen Hiebssatzes ist meist ein Ausgleich zwischen dem vorläufigen Hiebssatz und dem Nachhaltertrag vorzunehmen. Dabei sind insbesondere zu berücksichtigen: das Altersklassenverhältnis und der wirkliche Vorrat, sowie das Massenverzinsungsprozent, die alle dem Normalzustande nähergebracht werden sollen. Bei ersterem hat sich der Vergleich des wirklichen Standes mit dem Normalstand für sämtliche Altersklassen auf Fläche und Masse zu erstrecken. In bezug auf letzteren (den wirklichen Vorrat) ist die Erhaltung oder Schaffung des normalen Vorrats anzustreben, wobei der Hiebssatz nach $E = Z + \frac{V_w - V_n}{a}$ berechnet wird (Z = laufender Gesamtzuwachs). Die Festsetzung von a hat vornehmlich in Würdigung des Altersklassenverhältnisses und der Beschaffenheit der einzelnen Bestände zu geschehen. Das Massenverzinsungsprozent $p = \frac{E}{V} 100$ endlich ist mit der Massenverzinsung des Normalzustands zu vergleichen.

Im Femelwalde gründet sich der vorläufige Hiebsplan auf die Hiebsreife der Einzelstämme und die waldbaulich erforderlichen Eingriffe. Die zweckmäßige Höhe des Vorrats und das Verhältnis der Sortimentsklassen wird durch spezielle Untersuchungen an typischen Beständen ermittelt. Den Hauptweiser für die Nachhaltigkeit bildet der laufende Gesamtzuwachs. Beim Ansatz der Nutzung ist ein solcher Vorrat und eine solche Verteilung der Stärkeklassen anzustreben, daß höchstmöglicher Waldreinertrag bei angemessener Verzinsung erzielt wird. Erforderlichenfalls wird die Formel $E = Z + \frac{V_w - V}{a}$ angewendet.

Bei Mittel- und Niederwald bildet die Schlagfläche die Grundlage für die Nachhaltigkeit der Nutzung.

Kulturen, Wegbau, Streunutzung usw. werden in besonderen Plänen geregelt.

Vollzug und Ergebnisse der Wirtschaft werden in einem Wirtschaftsbuche nachgewiesen, sowie in einer Nachweisung über Durchforstungen und einer gut ausgebildeten Statistik. Nebenher gehen endlich besonders eingehende Nachweisungen aus Weiserbeständen.

Die Erneuerung der Pläne erfolgt alle 10 Jahre.

Eingehende Vorschriften sind endlich gegeben über die schriftliche Niederlegung der Einrichtungsarbeiten im Einrichtungswerk

und in der Statistik, sowie über die Organisation der Forsteinrichtung.

Die Ausführung liegt in den Händen eines Forsteinrichtungsbureaus, das vom Forstamt unterstützt wird; eine solche Organisation ist ohne Zweifel notwendig, denn der Gesamteindruck beim Studium der Vorschriften ist wohl allgemein der, daß diese an die Leistungsfähigkeit der ausführenden Organe hohe Anforderungen stellen.

Der Dienstanweisung sind sehr zweckmäßigerweise Hilfstafeln beigegeben, die Baummassentafeln, Kreisflächentafeln und Ertragstafeln in Tabellenform und Kurvendarstellung enthalten.

6. Hessen.

Literatur: Anleitung für Forsteinrichtungsarbeiten in den Domanial- und Kommunalwaldungen des Großherzogtums Hessen 1903.

§ 126. Am meisten kennzeichnen sich die hessischen Vorschriften über Forsteinrichtung wohl dadurch, daß sie das Ziel der Herstellung des Normalzuwachses ganz in den Vordergrund stellen, beginnt doch die Anleitung mit den Worten:

„Die Bewirtschaftung der Domanial- und Kommunalwaldungen soll auf das Ziel gerichtet sein, bei gebührender Rücksichtnahme auf die Bedürfnisse der Gegenwart, den Ertrag qualitativ und quantitativ tunlichst rasch auf das höchstmögliche Maß zu steigern. Um dieses Ziel zu erreichen, muß dahin gestrebt werden, den wirklichen Zuwachs dem normalen möglichst nahe zu bringen."

Die direkte Lösung dieser Aufgabe wird der waldbaulichen Tätigkeit zugewiesen. Durch Abtrieb zuwachsloser und zuwachsarmer Bestände und Bestandsteile und nachfolgende Aufforstung der Fläche mit der standortsgemäßen Holzart unter Anwendung eines zweckmäßigen, sicheren und die Kultur vor Beschädigungen schützenden Verfahrens, sowie bei gleichzeitiger Durchführung eines rationellen Durchforstungsbetriebs könne der Zuwachs von Jahr zu Jahr vermehrt werden.

In bezug auf Regelung des Ertrags ist das hessische Verfahren als eine Kombination im Sinne des in § 45 gegebenen Systems der Methoden der Ertragsregelung zu bezeichnen, da ihm zur Bemessung und Festsetzung des Jahreshiebsatzes, die von der normalen Quote ausgeht, nachstehende Regulatoren dienen:

1. Der Vergleich des wirklichen mit dem normalen Zuwachse: Zuwachsregulator.

2. Der Vergleich des wirklichen mit dem normalen Vorrate: Vorratsregulator.

3. Der Vergleich der in den zwei bis drei ältesten Altersklassen vorhandenen Fläche mit dem für diese Altersklassen ermittelten normalen Flächensatze: Altersregulator.

4. Der für den 10 jährigen Wirtschaftszeitraum zu berechnende Hiebsflächensatz: Flächenregulator.

Wir haben also eine Kombination von Altersklassen- und Normalvorratsmethode vor uns.

Eine über den Nutzungszeitraum hinausgehende räumliche Bindung der Wirtschaft durch die Ertragsregelung findet nicht statt. Die räumliche Ordnung wird durch Hiebszugsbildung hergestellt.

Das Verfahren kann durch Folgendes kurz gekennzeichnet werden:

Die ständige Waldeinteilung zerlegt den Wirtschaftsbezirk in Abteilungen, an ihr darf nur ausnahmsweise geändert werden. In sie schiebt sich ein Hiebszugsnetz ein, das die Bestände zu Schlagreihen zusammenfaßt und durch

gute Betraufung der Süd- und Westränder für dauernde Sicherung und Sturmfestigkeit nach außen sorgt. Die Unterabteilungen, die als Bestockungseinheiten innerhalb der Abteilung ausgeschieden werden, heißen hier „Gruppen", sie sollen (wie beim Abteilungsfachwerk) als bleibende betrachtet werden, soweit sie sich auf Standortsverschiedenheiten gründen, dagegen als vorübergehende gelten, wo sie nur auf Bestockungsunterschieden beruhen.

Im Mittelpunkt der Einrichtungsarbeiten steht die Aufstellung der „Bestandestabelle", die den gegebenen wirtschaftlichen Zustand zum Ausdruck bringt, und die Grundlage für die zu planenden wirtschaftlichen Maßregeln bildet. Eine Besonderheit ist die Angabe des Wirtschaftsziels für jedes einzelne Objekt, das jedoch nicht für die Dauer, ja nicht einmal fürs Jahrzehnt feststehen, sondern durch Antrag änderbar sein soll. Die Angabe soll hauptsächlich der Orientierung neu eintretender Wirtschafter dienen.

Der Bestandestabelle wird dann später im unmittelbar sich anschließenden Wirtschaftsbuch das Ergebnis der Wirtschaft gegenübergestellt.

Zur Feststellung der oben aufgezählten Ertragsregulatoren sind eine Reihe von Tabellen erforderlich:

Die Bonitätstabelle liefert das Material zur Berechnung des normalen Vorrats, der mit Hilfe der Ertragstafeln ermittelt wird, und dieser wieder ergibt den wirklichen Vorrat durch Multiplikation mit einem Vollertragsfaktor. Als laufender Zuwachs wird derjenige Teil des Zuwachses ermittelt, der in den bleibenden Bestand übergeht. Der normale Zuwachs ergibt sich als Differenz der Normalvorräte zu Ende und zu Anfang des Jahrzehnts, dividiert durch 10; und der wirkliche Zuwachs hinwiederum durch Multiplikation des normalen mit dem Vollertragsfaktor.

Aufgestellt wird ferner eine Tabelle der umzuwandelnden Bestände und insbesondere die Altersklassentabelle nach Fläche und Vorrat. Aus ihr ergibt sich der gesamte wirkliche Vorrat getrennt nach Altersklassen. Am Schlusse werden Flächen und Vorräte der einzelnen Altersklassen mit den normalen Altersklassen und den normalen Vorräten verglichen und Ueberschuß und Abmangel festgestellt. Das Ergebnis dient zur Begründung des Hiebssatzes.

Die Erwägungen, die schließlich zur endgültigen Festsetzung des Endnutzungssatzes führen, sind schwer zu übersehen. Zunächst führen sie zu einer „vorläufigen Begutachtung des jährlichen Hiebssatzes". Dann werden die Bestände auf ihre Hiebsreife geprüft und zwar soll der Unterschied zwischen normalem und wirklichem Zuwachse noch nicht maßgebend sein, sondern nötigen Falls eine spezielle Untersuchung von Quantitäts- und Qualitätszuwachs vorgenommen werden; daneben aber soll insbesondere auch die Hiebsfähigkeit d. h. die Lage im Wirtschaftsganzen (Bestandesordnung) und das Verhältnis der Gesamtfläche der hiebsreifen Bestände zur Gesamtwaldfläche berücksichtigt werden.

Bei der Zusammenstellung der für den Hieb in Betracht kommenden Orte soll zwischen hiebsnotwendigen, hiebsreifen und hiebsfraglichen Beständen unterschieden werden, wobei in erster Linie auf die Nutzung zuwachsarmer Bestände und auf Regelung der Hiebsfolge Wert gelegt wird.

Auf der Grundlage des Gesamtergebnisses der Untersuchung aller Einzelbestände wird dann der endgültige Hiebssatz unter Beachtung der 4 Regulatoren festgesetzt.

Die Ergebnisse der Wirtschaft werden in das Wirtschaftsbuch und zwar nur nach ganzen Abteilungen eingetragen.

Das Einrichtungswesen liegt in den Händen der äußeren Verwaltung.

Ergänzende Bestimmungen sind 1907 (Weiserbestände) und 1909 (Durchforstungen) erfolgt. Neue Vorschriften sollen dem Vernehmen nach in Bälde zu erwarten sein.

7. Elsaß-Lothringen.

Literatur: Vorschriften für die Aufstellung und Revision der Forsteinrichtungswerke von 1910.

§ 127. Die Waldungen sind im Jahre 1870 aus den Händen der französischen in diejenigen der deutschen Forstverwaltung übergegangen. Schon zur französischen Zeit herrschte das Fachwerk und zwar ein Flächenfachwerk, das aber durch seine räumlichen Ziele in bemerkenswerter Weise von der Cottaschen Richtung abwich und der Hartigschen Auffassung zuneigte. Die Wirtschaftsbezirke (sèries), und in ihnen die Betriebsklassen (sections) wurden zwar in Abteilungen (divisions) und Unterabteilungen (subdivisions) zerlegt, aber dann wiederum in große Periodenschläge (affectations) vereinigt. Die einer Periode zugewiesenen Flächen sollten im Interesse der Hiebsfolge und einer vorteilhaften Ernte große, in sich geschlossene Komplexe bilden, die womöglich nicht durch Flächen anderer Perioden unterbrochen werden.

Die deutsche Verwaltung ging sofort zum kombinierten Fachwerk und zum Grundsatz der räumlichen Gliederung der Altersklassen über, um später (Vorschriften von 1904) vom Fachwerk abzurücken, indem eine Verteilung der Bestände unter die späteren Perioden aufgegeben wurde. Die periodische Abtriebsfläche ergab sich aus $\frac{F \times 20}{u}$.

Einen weiteren Fortschritt nach der Richtung der Altersklassenmethoden bedeutet die jetzt geltende Vorschrift von 1910, insoferne hier bestimmt wird:

„Die Festsetzung der wirklichen Abnutzungsfläche — Flächenhiebssatz der Hauptnutzung — richtet sich in erster Linie nach der normalen Abnutzungsfläche und dem wirklichen Altersklassenverhältnis.

Bei normalen Verhältnissen wäre die normale gleich der wirklichen Abnutzungsfläche. Wo solche, was die Regel bildet, nicht vorliegen, muß behufs Festsetzung des Flächenhiebssatzes die normale Abnutzungsfläche an der Hand des wirklichen Altersklassenverhältnisses modifiziert werden.

Dabei sind von wesentlichem Einfluß:

1. Der Flächenanteil derjenigen Altersklassen, die, den angenommenen Umtriebszeiten entsprechend, die haubaren und überhaubaren Hölzer enthalten,

2. Die Flächengröße der nächstjüngeren Altersklasse und das Verhältnis der Flächensumme der Bestände bis zum halben Umtriebsalter zu derjenigen der Bestände über dem halben Umtriebsalter.

Allgemein gilt, daß bei einem Ueberschuß an hiebsreifen Beständen die wirkliche Abnutzungsfläche größer, bei einem Mangel an solchen Beständen kleiner als die normale Abnutzungsfläche zu bemessen ist. Als Maßstab dienen dabei die Fläche der nächstjüngeren Altersklasse und das Verhältnis der jüngeren Bestände zu den ältern."

Und weiter unten: „Es soll aber noch darauf hingewiesen werden, daß es namentlich in Waldungen mit ungleichalterigen und gemischten Beständen notwendig ist, nicht allein mit den absoluten Flächen der Altersklassen, sondern auch mit den voraussichtlichen Hauptnutzungserträgen der I. und II. Periode zu rechnen. Für den Fall nämlich, daß die Flächen der II. Periode wesentlich massenreicher oder mit hochwertigeren Hölzern bestockt sind, als diejenigen der I., braucht der II. Periode weniger Fläche zugewiesen zu werden, als der I. Das Umgekehrte tritt ein, wenn die

Flächen dieser Periode massenreichere und wertvollere Bestände aufweisen, als die der II.

Es ist daher ein 40jähriger Berechnungszeitraum anzuwenden und es sind deshalb auch die Bestände der II. Periode auszuwählen".

Im übrigen ergibt sich das Verfahren aus folgenden Vorschriften:

Neue Einrichtungswerke sind aufzustellen für Waldungen, für die noch keine Betriebspläne bestehen, dann nach Ablauf der ersten 20jährigen Periode, im Mittel- und Niederwald nach Ablauf des Umtriebs für das Schlagholz, nach wesentlichen Flächenveränderungen oder erheblichen Uebernutzungen und endlich für Waldungen, für die eine Aenderung von Betriebsart, Umtrieb oder Holzart beabsichtigt ist.

Als Grundlage für Bearbeitung der neuen Einrichtungswerke dient das „Vorprojekt" des Revierverwalters. Dasselbe hat zu enthalten einen Einteilungs- und Wegnetzplan, Vorschläge über die Betriebsart und die Wahl der Umtriebszeiten für Betriebsarten, Holzarten und Standorte.

Die Arbeiten am neuen Einrichtungswerk beginnen dann, wo eine Waldeinteilung noch fehlt, mit der Wegnetzlegung; dieser und der Geländebildung ist dann das Einteilungsnetz anzupassen, mit Abteilungen in der Größe bis zu 15 (Nadelholz) bezw. 20 ha (Laubholz), die im übrigen von der Reviergröße abhängig ist.

Besondere Sorgfalt ist der Ausscheidung der Unterabteilungen zu widmen. Je kleiner der Wald und je intensiver der Betrieb, desto sorgfältiger soll vorgegangen werden. Für die Regel soll die Mindestgröße 1 ha betragen.

Eine allgemeine Revierbeschreibung sucht insbesondere die Standortsverhältnisse, das Vorkommen und forstl. Verhalten der verschiedenen Holzarten, die bisherige Wirtschaft und deren Ergebnisse, sowie sonstige, die Wirtschaft beeinflussende Verhältnisse zu erfassen und hat endlich auch noch die künftige Bewirtschaftung in ihren Grundzügen darzustellen.

Verschieden ist das Verfahren weiterhin selbstverständlich beim schlagweisen Hochwald, Blenderwald sowie Mittel- und Niederwald.

Was zunächst den schlagweisen Hochwald betrifft, so gründet sich das weitere Vorgehen auf sorgfältige Bestimmung und Beschreibung von Standort und Bestockung.

Bezüglich der Ermittlung der Umtriebszeit heißt es:

In der Wahl der Umtriebszeit drückt sich das Wirtschaftsziel aus. Für alle Waldbesitzer kann dieses Ziel erblickt werden in der nachhaltigen Erziehung marktgängiger wertvoller Ware bei ausreichender Verzinsung der in der Wirtschaft tätigen Kapitalien unter steter Wahrung der Bodenkraft. Im Staatsbetriebe kann dagegen die Erstrebung höchster Kapitalverzinsung zugunsten der Erziehung marktgängiger Starkholzware zurücktreten müssen. Jedoch hat dies nur für bessere Bonitäten Geltung, während sich für geringere Standorte die Erziehung von Starkhölzern von selbst verbietet.

Diese Anforderungen laufen darauf hinaus, daß nur für die I., II. und bessere III. Bonität bei Tanne und Fichte Stämme 3. und höherer Klassen, bei Kiefer und Lärche rotherzige Starkhölzer, bei Eiche, Esche und gelegentlich bei Buche und Bergahorn Starkhölzer zu erziehen sind. Auf geringeren Standorten wird man sich mit der Erziehung von Gruben-, Papier- und schwächerem Bauholz bezw. Brennholz begnügen müssen.

Großes Gewicht wird auf richtige Ermittlung des Alters gelegt, „weil das Altersklassenverhältnis von maßgebendem Einfluß auf die Bemessung der wirklichen Abnutzungsfläche ist".

Die Herstellung der künftigen Ertrags- und Betriebsordnung wird eingeleitet durch eine „vorläufige Verteilung der Bestände auf die Wirtschaftsperioden". Nur für die I. und II. Periode erfolgt dabei eine besondere Auswahl und Verteilung der Bestände. Bei dieser Verteilung ist nicht lediglich eine ideale Schlagfolge anzustreben, sondern es ist den jeweils vorliegenden Verhältnissen in bezug auf Alter, Abständigkeit, Wuchs, Schluß usw. der Bestände nach Möglichkeit Rechnung zu tragen. Dabei ist Bedacht zu nehmen auf die Anbahnung einer normalen Altersstufenfolge und die Bildung kleiner Hiebszüge besonders im Nadelholz.

Bei Ermittlung der Vorratsmassen sind die Bestände der I. Periode stammweise auszukluppen, für die Bestände der II. Periode dagegen genügt eine überschlägliche Schätzung. Der Massenzuwachs wird durch Untersuchungen an einer Anzahl der für die Alters- und Stärkeuntersuchungen zu fällenden Stämme festgestellt.

Auf dieser Grundlage erfolgt nun die Aufstellung des allgemeinen Hauungsplans nach Holzmassen und Hiebsflächen, woran sich die Ermittlung der wirklichen Abnutzungsfläche nach den oben mitgeteilten Grundsätzen anschließt.

Im Blenderwald stützt sich die Festsetzung des Abgabesatzes auf Zuwachs und Vorrat. Derselbe wird mit Hilfe der Carl Heyerschen Formel ermittelt.

Im Mittel- und Niederwald endlich erfolgt die Ertrags- und Betriebsordnung durch Schlageinteilung; beim Oberholz des Mittelwalds weiterhin auf Grund einer Vorratsaufnahme.

Nach Ablauf eines Jahrzehnts findet regelmäßig eine Revision statt. Je nach dem Ergebnis derselben haben für den Rest der I. Periode unter möglichster Beibehaltung der bestehenden Periodenverteilung die Neuaufstellung des allgemeinen Hauungs- und des allgemeinen Kulturplans, sowie die Neufestsetzung des Abnutzungssatzes zu erfolgen.

Endlich wird noch vorgeschrieben, daß bei Aufstellung eines neuen oder Revision eines alten Betriebsplanes vom Taxator jedesmal der Wert des betreffenden Waldes zu ermitteln sei und Anleitung für diese Wertsermittlung gegeben. Ebenso haben die ersten Schritte zur Aufstellung von Lokalertragstafeln zu geschehen, indem Material gesammelt wird durch wiederholte spezielle Aufnahme sorgfältig ausgewählter Weiserbestände.

In die Arbeit der Aufstellung des neuen Betriebsplans teilen sich die Beamten des Einrichtungsbureaus und der äußeren Verwaltung.

8. Oesterreich.

Verfahren der Hiebssatzermittelung für die österreichischen Reichsforste[1]**.**

§ 128. Die im Jahre 1893 in 2. Auflage erschienene „Instruktion für die Begrenzung, Vermarkung, Vermessung und Betriebseinrichtung der Staats- und Fondsforste" schreibt bezüglich der Etatsermittelung im § 43 folgendes vor:

Behufs Ermittelung des jährlichen Haubarkeitsertrages der Betriebsklassen mit schlagweiser Holznutzung im Hochwalde, und zwar für jede Betriebsklasse speziell, ist zunächst auf Grund der Altersklassentabelle darzustellen, ob hiebsreife Bestände und nachrückende jüngere Altersstufen im genügenden Flächenverhältnisse vorhanden sind, oder ob und auf wie lange der Einschlag von ausreichend (physisch, merkantil

1) Die nachstehende Schilderung ist einer brieflichen Mitteilung des Ministerialrates Dimitz entnommen und in der 2. Auflage neu hinzugekommen.

oder finanziell) hiebsreifen Bestandesvorräten einzuschränken ist, beziehungsweise ganz zu unterbleiben hat, oder ob auf Grund der allgemeinen Betriebsvorschriften eine raschere Nutzung der eventuell vorhandenen Massenüberschüsse erwünscht oder gerechtfertigt ist.

Aus dieser Darstellung und aus dem mehr oder minder detaillierten allgemeinen Einrichtungsplane ergibt sich annähernd die Größe des Ausgleichszeitraumes und hiernach die für das nächste Jahrzehnt zulässige Hiebsfläche in Summe, wobei der auf derselben vorhandene Massenvorrat den dezennalen Hiebssatz bildet.

Sind in einem Wirtschaftsbezirke oder in einer Betriebsklasse die Standorts- und Bestockungsverschiedenheiten so grell oder vielfach wechselnd, daß durch die auf Grund der wirklichen Flächen verfaßte Altersklassentabelle und den allgemeinen Einrichtungsplan die Nachhaltigkeit der Holzmassenerträge nicht mit Sicherheit beurteilt werden könnte, so sind in beiden Tabellen die auf die meist vertretene Standortsgüteklasse und auf volle Bestockung reduzierten Flächen unterhalb der schwarz eingeschriebenen konkreten Flächen rot einzutragen und sodann der Hiebssatz auf Grund des Altersklassenverhältnisses nach reduzierten Flächen zu ermitteln.

Dem nach Vorstehendem entwickelten, auf der Fläche basierenden Massenetat wird zum Zwecke des Vergleiches jener Etat gegenübergestellt, welcher sich aus der Formel:

$$E = Z + \frac{V_w - V_n}{a}$$

berechnet.

Hierbei bedeutet:

Z den Altersdurchschnittszuwachs zur Zeit der Haubarkeit aller bereits sicher begründeten Bestände der betreffenden Betriebsklasse;

V_w die Summe des wirklich erhobenen Massenvorrates (§ 34);

V_n den normalen Vorrat, d. i. diejenige Größe, welche der stockende Massenvorrat besitzen sollte, wenn das Altersklassenverhältnis normal, die mittlere Bestockungsgüte jedoch nicht höher wäre als die durchschnittliche Bestockung des gegenwärtigen oder wirklichen Massenvorrates, daher in der Regel gleich zu setzen dem Produkte aus der Summe des Haubarkeitsdurchschnittszuwachses jeder Betriebsklasse mit der zugehörigen halben Umtriebszeit;

a den ermittelten und bewilligten Ausgleichszeitraum (§ 41, Punkt 10).

Vorsichtsmaßregeln bei der Benutzung der Einzelfaktoren zur Ertragsberechnung.

Bei der Berechnung des Haubarkeitsertrages nach der Formelmethode ist folgendes zu beachten:

a) Der Ertrag ist nur auf den im Etatsdezennium zu erwartenden Zuwachs an Haubarkeitsmasse und auf die sicher nachgewiesenen Ueberschüsse des Massenkapitals, soweit solche während dieses Dezenniums aufgezehrt werden dürfen, zu begründen.

Die für später in Aussicht gestellten Verbesserungen in der Massenproduktion dürfen nicht in Anschlag kommen. Dadurch entsteht kein Verlust, weil beim Beginne des nächsten Dezenniums die Ertragsermittelung erneuert wird und somit der im abgelaufenen Jahrzehnte tatsächlich angebahnten Zuwachssteigerung genügend Rechnung getragen werden kann. Namentlich ist bei dem unsicheren Entwicklungsgange der servitutsbelasteten Alpenforste eine besonders vorsichtige Ertragsveranschlagung angezeigt.

b) Ist der konkrete Bestandesvorrat kleiner als er für den Normalzustand jeder Betriebsklasse berechnet wird, so ist nur dann weniger einzuschlagen als zuwächst,

wenn durch die Etatsminderung nicht der dringende Abtrieb schlechtwüchsiger, gering bestockter Bestände verzögert wird.

c) Im übrigen sind die bewilligten oder modifizierten Betriebsvorschläge maßgebend für die Faktoren, in besonderen Fällen auch für den Vorgang bei der Ermittelung des Haubarkeitsertrages.

Die im Jahre 1901 durchgreifend neu bearbeitete 3. Auflage der „Instruktion für die Begrenzung, Vermessung und Betriebseinrichtung der Staats- und Fondsforste" bestimmt im Abschnitte X bezüglich der Berechnung des Holzertrages für das nächste Jahrzehnt folgendes:

A. Grundsätze.

Unterscheidung der Materialerträge nach Haubarkeits-, Zwischen- und Zufallsnutzung.

Der Holzertrag ist getrennt für die Haubarkeits-(Abtriebs)-Nutzung, für die Zwischennutzung und für die Zufallsnutzung zu veranschlagen.

Im allgemeinen wird das Ergebnis der eigentlichen Holzernte zur Haubarkeitsnutzung gerechnet und zur Zwischennutzung jenes Material gezählt, welches zum Zwecke der Bestandeserziehung oder der Pflege der Bestände eingeschlagen wird.

Als Haubarkeitsnutzung ist demnach jeder Materialbezug aus den für den nächsten Wirtschaftszeitraum vorgesehenen Nutzungsflächen zu betrachten und aus den zufälligen Ergebnissen nur jener Anfall, nach dessen Einschlag oder Wegnahme entweder ein junger Nachwuchs oder eine aufforstungsfähige Blöße von mindestens 0,2 ha zurückbleibt.

Das Materialergebnis aus den Durchreiserungen, Durchforstungen und sonstigen Pflegehieben, sowie aus der Nutzung der Ueberhälter in Jungbeständen und der Ertrag von Räumden gehört der Zwischennutzung an.

In der Regel ist für die Beurteilung, ob ein Materialbezug der Haubarkeits- oder der Zwischennutzung angehört, der Hauungsplan maßgebend.

Der Zufallsnutzung werden zugerechnet die Materialergebnisse von Windwürfen, Wind-, Schnee- und Eisbrüchen, Insekten- und Frevelhölzern, dann Dürrlingen jeder Art, mit Ausnahme jener, welche in den planmäßigen Nutzungsflächen anfallen, und solcher, welche nach dem Vorstehenden der Haubarkeitsnutzung angehören. Bei der Zufallsnutzung wird ebenso wie im Blenderwalde zwischen Haubarkeits- und Zwischennutzung nicht unterschieden.

Die Baumrinde wird, wenn sie zur Verwertung gelangt, nach ihrer Provenienz einer der vorstehenden Nutzungen zugerechnet.

Von dem theoretisch berechneten Holzertrage der Haubarkeitsnutzung ist für den Aufbereitungs- und eventuell auch Rindenverlust, dann für die unverwertet im Schlage zurückbleibenden Gipfel und Aeste und das sonstige Material ein entsprechender, den lokalen Verhältnissen angepaßter Abzug zu machen und sind daher im Hauungsplan ebenso wie in dem jährlichen Fällungsantrag nur noch jene ortsgemäßen Ansätze (Nutzungsgrößen) einzustellen, welche dem im obigen Sinne berichtigten Einschlag entsprechen.

Das Stock- oder Wurzelholz wird in den Voranschlag nicht einbezogen.

B. Vorgang bei der Etatsermittelung.

Ertragsberechnung für den schlagweisen Betrieb und Kontrolle des Hiebssatzes.

Behufs Ermittelung des jährlichen Haubarkeitsertrages beim schlagweisen Hochwaldbetriebe ist für jede Betriebsklasse auf Grund der Altersklassentabelle darzu-

stellen, ob hiebsreife beziehungsweise hiebsfähige Bestände und nachrückende jüngere Altersstufen in genügendem Flächenverhältnisse vorhanden sind oder ob und auf wie lange der Einschlag von ausreichend hiebsreifen (hiebsfähigen) Bestandesvorräten einzuschränken, oder ob auf Grund der allgemeinen Betriebsvorschriften eine raschere Nutzung der etwa vorhandenen Massenüberschüsse erwünscht oder gerechtfertigt ist.

Als hiebsreif (hiebsfähig) sind jene Bestände anzusprechen, deren Weiserprozent unter den angenommenen Wirtschaftszinsfuß gesunken und deren Einschlag bei Beachtung der unabweisbaren Hiebsordnung oder Hiebsfolge möglich ist.

Ferner sind zu erheben die wirtschaftlich notwendigen Loshiebe und Sicherungsstreifen, dann jene lückigen und zuwachsarmen Bestände, deren Verjüngung gemäß der Bestandesbeschreibung erwünscht ist, und alle jene Bestände, welche aus waldbaulichen Rücksichten eingeschlagen werden sollen, endlich alle jene, welche der Hiebsordnung zum Opfer fallen müssen.

Aus dieser Zusammenstellung, beziehungsweise diesen Erhebungen ergibt sich unter Berücksichtigung der Hiebsfähigkeit d. i. der Möglichkeit der alsbaldigen Nutzung der Bestände, annähernd die Größe der für das nächste Jahrzehnt oder den Wirtschaftszeitraum zulässigen Hiebsfläche, welche nach folgenden Grundsätzen der Kontrolle zu unterziehen ist.

Ist das Altersklassenverhältnis annähernd normal, so ist die ermittelte Hiebsfläche mit der der Umtriebszeit entsprechenden normalen Schlagfläche zu vergleichen; bei vorhandener Abnormität ist der Einschlag einer größeren Fläche zulässig, wenn ein Ueberschuß an Althölzern vorhanden ist, bei einem Mangel an solchen muß die Nutzungsfläche reduziert werden. Der Zeitraum, innerhalb dessen die größten Abnormitäten im Altersklassenverhältnis ausgeglichen werden können, dient als Regulator für das Mehr oder Weniger der Nutzungsfläche.

Innerhalb der einzelnen Betriebsklassen ist die strenge Nachhaltigkeit der Nutzung nur in jenen Waldungen erforderlich, welche mit Holzservituten stark belastet sind.

Wo keine oder im Verhältnis zum Ertrage nur geringfügige Servituten die Wirtschaft behindern, ist bei der Betriebsklasse die strenge Nachhaltigkeit des Ertrages nicht erforderlich und können sich die Nutzungsgrößen der einzelnen Betriebsklassen innerhalb des Wirtschaftsbezirkes in den einzelnen Zeiträumen ergänzen.

Bei sehr abnormen Altersklassenverhältnissen oder bei dem Vorhandensein zahlreicher Altholzüberschüsse ist eine solche Ergänzung der Nutzungsgrößen auch für eine Gruppe von Wirtschaftsbezirken zulässig.

Der auf der ermittelten Nutzungsfläche basierende Massenetat ist mit dem ermittelten Haubarkeitsdurchschnittszuwachs zu vergleichen und kann auch nach einer der Formelmethoden kontrolliert werden.

Ferner ist der Etat auch mit dem tatsächlichen Holzeinschlag des abgelaufenen Jahrzehnts mit Berücksichtigung des Einflusses, welchen der Holzbezug auf das Altersklassenverhältnis geübt hat, zu vergleichen. Zu diesem Behufe ist eine Tabelle mit Benützung des Formulares 12 zu verfassen und der Etatsbegründung anzuschließen.

Diese Vergleichungen und Erwägungen werden zu einer endgültig ermittelten Hiebsfläche führen und der auf derselben bestimmte Massenvorrat, vermehrt um den auf die Mitte des Wirtschaftszeitraumes berechneten laufenden Zuwachs bildet den Massenhiebssatz für das Jahrzehnt.

Die zur Erfüllung dieses Hiebssatzes eingestellten Bestände und Nutzungen sind im Einrichtungsplane dem ersten Jahrzehnte zuzuweisen.

XIV.

Transportwesen.

Mit teilweiser Benutzung der von C. Schuberg für die erste Auflage verfaßten Darstellung [1]) neu bearbeitet

von

H. Hausrath.

I. Allgemeine Erörterungen über den Zweck und die Leistungen forstlicher Bringungsanstalten.

§ 1. Das Erzeugnis der Forstwirtschaft ist im wesentlichen das Holz, d. h. eine schwere Ware von verhältnismäßig niederem Einheitswert, die in großen Mengen anfällt. Der Waldpreis des Holzes ist abhängig von dem Verkaufspreis am Verwendungsort und den Kosten, die für den Transport dorthin aufgewendet werden müssen. Gelingt es dem Waldeigentümer, die Transportkosten zu vermindern, so steigt der Waldpreis des Holzes und damit i. d. R. seine Waldrente. Gute Bringungsanstalten sind hierzu in hohem Maße geeignet, die Wirtschaftlichkeit verlangt aber, daß ihre Ausgestaltung sich streng an das halte, was im einzelnen Wald tatsächlich notwendig ist. Sodann muß zwischen den Kosten der Anlage und Unterhaltung eines Weges e. s. und dem zu erschließenden Waldteil a. s. ein richtiges Verhältnis bestehen. Für einen nur 50 ha großen Wald kann nicht eine breite Landstraße von 10 oder mehr Kilometer Länge gebaut werden. Größere Waldungen mit geordnetem Nachhaltbetrieb bedürfen auch planmäßiger Bringungseinrichtungen. Kleinbesitz kann nur mit landwirtschaftlichem oder mit dem nachbarlichen Waldbesitz der wirtschaftlichen Ausbeutung erschlossen werden, er scheidet somit für die Betrachtungen dieses Paragraphen aus.

Da aber auch die besten Transportanlagen im Lauf der Zeit veralten, wird die Ausführung von Wegbauten oder sonstigen Bringungsanstalten für den Waldeigentümer nur dann ratsam sein, wenn er erwarten darf, daß der durch sie bewirkte Mehrertrag ausreiche, um das für den Wegbau aufgewendete Kapital zu verzinsen und in einem Zeitraum von etwa 30 Jahren zu amortisieren. Am besten geht man m. E. dabei aus von dem Vorrat an haubaren Hölzern, für deren Abfuhr der geplante Wegbau wichtig sein wird, und veranschlagt die Preissteigerung, die durch den Wegbau für diese Hölzer hervorgerufen wird. Reicht der aus dieser an der binnen 10 bis

1) Die nur mit kleineren Aenderungen aus der ersten Auflage übernommenen §§ sind durch Bezeichnung mit vorgesetztem S kenntlich gemacht.

allenfalls 30 Jahren zu verkaufenden Holzmasse zu erwartende Gewinn aus, um das Baukapital zu 3% zu verzinsen und in dem genannten Zeitraum zu amortisieren, sowie die erhöhten Wegunterhaltungskosten zu decken, so ist der Wegbau gewiß vorteilhaft. Je reicher der aufzuschließende Wald an wertvollen Althölzern ist, um so eher wird auch ein kostspieliger Wegbau rentieren.

Werden diese wirtschaftlichen Gesichtspunkte beachtet, so gewähren systematisch durchgeführte Bringungsanstalten folgende Vorteile:

1. Erhöhung der Preise der einzelnen Sortimente. In dieser Richtung wirkt nicht nur die Verminderung der Transportkosten, sondern vielfach auch der erst durch die Erschließung des Waldes ermöglichte lebhaftere Wettbewerb; indem nunmehr die kleinen Fuhrwerksbesitzer — Einspänner, Kühfuhren — sich ebenfalls am Einkauf und Transport beteiligen können. Aber auch der Großhandel bevorzugt die Waldungen, in denen sich die Abfuhr leicht organisieren läßt.

2. Bessere Ausnutzung des Holzanfalls. Wo Wege und sonstige Bringungsanstalten fehlen, sind schwere Stämme oft gar nicht fortzubringen, sie müssen in kurze Blöcher zerlegt werden, obwohl das vielseitiger zu verwendende Langholz heute vom Handel viel mehr gesucht ist; im äußersten Fall ist sogar überhaupt nur der Transport von Brennholz oder Holzkohlen möglich. Ferner ist der Wert der kleinen Nutzhölzer und der schwächeren Brennholzsortimente so gering, daß bei schlechten Verkehrsverhältnissen ihre Verbringung auf größere Entfernung an den Kosten scheitert, sie werden unverkäuflich. Die Erschließung des Waldes fördert die Nutzholzausbeute und den Absatz aller Sortimente, und ermöglicht vielfach erst eine intensive Bestandespflege.

3. Schonung des Waldbodens und der Bestockung, besonders an Abhängen.

4. Vermeidung von Wertverlusten an dem zu verbringenden Holze.

5. Bessere Lagerung und Abtrocknung, dadurch raschere Gewichtsverminderung.

6. Verminderung der Erntekosten.

7. Unterstützung der Waldeinteilung, der Regelung der Hiebsfolge, der Verwaltung und des Forstschutzes.

8. Schonung von Tier und Fuhrwerk bei der Abfuhr, Verminderung der Unfälle, der Lasten der Unfallversicherung, eventuell der Ersatzpflicht.

§ 2. Die Mannigfaltigkeit der forstwirtschaftlichen Betriebsweisen, der Bodenzustände und Geländeformen, der Holzaufbereitung und Absatzverhältnisse, der örtlich verfügbaren und zulässigen Zug- oder Triebkräfte und Fahrzeuge, sowie die Ungleichheit der Erträge und Löhne erfordern ein wohl erwogenes Anpassen der Bringungsanstalten an die örtlichen Produktionsverhältnisse.

Eine Wirtschaft, welche nur kleinere leichte Holzsorten liefert, wie z. B. aller Niederwald, erfordert auch nur einfache Bringungsanstalten.

Der Hoch- und Mittelwaldbetrieb in ebener Lage bedarf mindestens einiger Hauptwege in Verbindung mit einfachen Seitenwegen, auf welchen die Erzeugnisse auf die ersteren zur Abfuhr zusammengebracht werden.

In Gebirgswaldungen, wo die Erzeugung von Starkholz im Vordergrund steht und dasselbe in ganzen Stämmen fortgebracht werden soll, müssen wenigstens die Täler und die Verbindungen der Talgebiete mit tragfähigen und gut fahrbaren Hauptwegen versehen und entweder mit gut gebauten Seitenwegen oder mit einem passenden System anderer Förderbahnen verbunden werden, welche das Holz an die Hauptwege oder Sammelplätze liefern.

Erstrecken sich große Waldungen weit in das Hochgebirge hinauf mit steilen

Wänden, vielen Unterbrechungen durch Schluchten, Fels- und Trümmerhalden — sind außerdem wenige und teure Fuhrwerke verfügbar, so ist der Bau von Fahrwegen tunlichst zu beschränken, wogegen solche Förderweisen zu entwickeln sind, mit welchen das Holz auf geneigter Bahn durch sein Eigengewicht zu Tal gelangt.

Je teurer und schwieriger der Wegbau und die Beschaffung der Zug- und Arbeitskräfte oder der Steine für Bau und Unterhaltung einer harten Fahrbahn, desto mehr ist die Anwendung von Förderbahnen für mechanische Zug- und Triebkraft geboten. So wird in steinarmen Waldgebieten der Ebene die Bringung des Holzes aus den Schlägen an die öffentlichen Landstraßen heute vielfach mit Rollwagen auf Gleisen bewirkt und dort ein Lagerplatz angelegt.

Durchziehen oder berühren Gewässer die Waldungen, so dienen sie je nach ihrer Beschaffenheit und jener der fortzubringenden Hölzer (Lang- oder Kurzholz, Roh- oder Schnittholz, Brennholz) zum Verschiffen oder zur (gebundenen oder ungebundenen) Flößerei.

Im Wald sind im wesentlichen folgende Bringungsanstalten zu unterscheiden.

1. Fahrwege oberer Ordnung oder Hauptwaldwege in unmittelbarer Verbindung mit den öffentlichen Verkehrswegen in ständigem Gebrauch, daher mit vollem grundsätzlichem Ausbau für schweres Fuhrwerk. Sie führen aus den grossen Waldkomplexen und deren selbständigen Teilen nach jenen Straßen.

2. Fahrwege unterer Ordnung und Nebenwege, aus den einzelnen Abteilungen zu den vorigen führend, daher meist nur von geringer Bahnbreite, im Ausbau verschieden je nach den zu erwartenden Lasten — Steinbau, Makadamisierung, Erdbahn, Holzverschalung (Knüppelwege).

3. Schleifwege, auf denen das Stammholz aus den Holzschlägen mit Tieren auf dem Vorderwagen, dem Lotbaum, eventuell auch ohne besonderes Transportmittel an die Fahrwege zu Lager- und Ladeplätzen gezogen wird.

4. Schlitt-Ziehwege, schmale Erdbahnen mit oder ohne Holzquerschwellen zur Förderung mit Handschlitten an Lagerplätze, Wege etc.

5. Rieswege, zum Fortschaffen durch Fortgleiten mittelst des Eigengewichts auf oder längs hergestellter Gleitbahn.

a) Erdriesen, b) Wegriesen, c) Holzriesen, d) Draht- und e) Drahtseilriesen.

6. Schienenwege — Waldbahnen mit festem oder verlegbarem Gleis, oft beidem kombiniert und besonderen der Spurweite der Bahn angepaßten Fahrzeugen.

7. Drahtseilbahnen, Aufzüge und Bremsberge.

8. Saum- und Reitwege, schmale Erdwege zur Beförderung kleiner Lasten und Personen auf Pferden, Eseln, Maultieren etc.

9. Fußwege für Beamte und Arbeiter — Hutpfade —, für die Jagd — Pirschpfade —, für das Publikum i. a. — Spazierwege.

§ 3. Bei der Auswahl der Bringungsanstalten und ihrer Verbindungsarten spielen die zwei Fragen

I. Allgemeiner Fahrbetrieb oder Selbstbetrieb durch den Waldbesitzer,

II. Benützung lebendiger oder mechanischer Zug- (bezw. Trieb-)Kräfte eine große Rolle.

Der allgemeine Fahrbetrieb ist in Waldungen, die schon längere Zeit dem Verkehr erschlossen sind, die Regel, und stellt sich, wo Fuhrwerksbesitzer in genügender Anzahl zur Verfügung stehen, meist billiger als der Selbstbetrieb. Er macht Fahrwege nötig, welche in der Breite und Stärke des Oberbaus den ortsüblichen Fuhr-

werken — Breite der Wagen — volle Ausnutzung des Ladungsvermögens — angepaßt sind, und an die alles zu verkaufende Holz in der Regel gerückt werden sollte.

Auf Schleif-, Schlitt- und Rieswegen wird der Transport meist durch die Holzhauer im Auftrag des Waldeigentümers vollzogen.

Ebenso eignen sich die Waldbahnen, Drahtseilriesen, Drahtseilbahnen fast nur zum Selbstbetrieb durch den Eigentümer, da alle Einrichtungen einschließlich der Fahrzeuge gestellt werden müssen. Außer dem Selbstbetrieb kommt noch Uebertragung von Anlage und Betrieb an einen Bauunternehmer oder an den Holzkäufer, — so vielfach in unkultivierten Gegenden bei Ausnutzung von Urwäldern in Betracht. Den Wassertransport betreiben bei der Trift meist die Eigentümer und deren Beauftragte, bei der gebundenen Flößerei und Schiffahrt i. d. R. die Käufer.

Waldeigentümer, die gleichzeitig eine größere Landwirtschaft betreiben, werden in vielen Fällen mit großem Vorteil die Anlieferung des Holzes mit eigenem Fuhrwerk an die Verladestationen, Sägewerke etc. selbst übernehmen, wenn die Käufer Großhändler oder Stadtbewohner sind. Die Landbevölkerung dagegen führt i. d. R. das ersteigerte Holz mit den eigenen Gespannen in den Ruhezeiten des landwirtschaftlichen Betriebes ab, würde daher die Anfuhr durch den Waldeigentümer nicht durch entsprechend höhere Preise vergüten. Die Organisation der Abfuhr mit fremden Gespannen und Wagen lohnt sich nur in seltenen Ausnahmefällen.

Beim allgemeinen Fahrbetrieb kommt heute noch fast ausschließlich die Verwendung tierischer Zugkräfte in Frage, denn die Lastautomobile sind für die meisten Waldwege zu schwer, greifen daher die Fahrbahn sehr an. Der Nachteil der tierischen Spannkräfte ist ihre geringe Leistungsfähigkeit — verhältnismäßig kleine Nutzlast und beschränkte Arbeitsschicht —, ferner die Abhängigkeit, in die der Holztransport von der Viehzuchtder Gegend gerät. Dafür lohnen sie, wenn erst einmal die Wege vorhanden sind, auch für kleine Anfälle und stellen sich bei Ausnutzung der Pausen des landwirtschaftlichen Betriebes ziemlich billig.

Die mechanischen Kräfte: Dampf, Elektrizität, Schwerkraft können zwar, wo sie überhaupt anwendbar, zu beliebiger Zeit und in jeder erforderlichen Größe beschafft werden, sie ermöglichen eine hohe Geschwindigkeit, Regelmäßigkeit und Sicherheit des Betriebes, aber sie erfordern fast immer so hohe Anlagekapitalien, daß sich ihre Benützung nur lohnt, wenn ständig große Massen zu bewegen sind. Die Unterhaltungskosten sind bei solchen Anlagen meist kleiner als beim Fahrbetrieb mit Tieren.

Der höchste Wirtschaftserfolg kann nur durch Anpassung der Transportmethode an die Verhältnisse des einzelnen Waldgebietes und oft nur durch Kombination verschiedener Methoden erzielt werden.

In der Ebene wird i. d. R. nur die Wahl zwischen einem System ausgebauter Fahrwege und einer Waldbahn offen stehen. Dagegen ist im Gebirge immer eine Untersuchung angezeigt, inwiefern sich die Anlage eines engmaschigen Netzes von Holzabfuhrwegen oder Schienensträngen trotz der hohen Anlage- und Unterhaltungskosten dadurch rentiert, daß die Bringerlöhne vermindert und Beschädigungen des bleibenden Bestandes sowie der auszubringenden Hölzer beim Rücken durch die Holzhauer verhütet werden. Die letzteren fallen auch bei Schleif-, Schlitt- und Rieswegen weg, und daher ist es, wenn der Holzverkehr nur talabwärts geht, oft rentabler, nicht ein Netz von Abfuhrwegen auszubauen, sondern sich darauf zu beschränken, mit diesen die sanft ansteigenden Täler zu erschließen und mit der Hauptverkehrsstraße zu verbinden, jene Anlagen aber zu benützen, um das Holz aus den Hiebsorten an Lagerplätze zu schaffen, die mit den Abfuhrwegen in Verbindung stehen.

Brennholzwirtschaft erlaubt allerdings leichte einfache Wegbauten, da aber doch überall die Nutzholzproduktion anzustreben ist, sind wenigstens die Hauptlinien so anzulegen, daß ihr späterer Ausbau zu auch für den Langholzverkehr geeigneten Wegen leicht erfolgen kann. Es gilt dies insbesondere für die Wahl der Kurvenradien, denn zu enge Bögen müssen meist durch völligen Neubau ersetzt werden.

§ 4. Die vielen Besonderheiten des forstlichen Bringungswesens haben allmählich auch eine besondere Literatur hervorgerufen, welche sich auf die örtlichen Erfahrungen, Uebungen und Regeln stützt und als forstlich-bautechnische sich darstellt.

K. F. V. Jägerschmid, Handbuch für Holztransport- und Floßwesen, Karlsruhe 1827; H. Karl, Anleitung zum Waldwegbau, Stuttgart u. Tübingen 1842; Neidhardt, Waldwegbau, 1852; L. Dengler, Weg-, Brücken- und Wasserbaukunde für Land- und Forstwirte, Stuttgart 1863; K. Scheppler, Das Nivellieren und der Waldwegbau, 2. Aufl., Aschaffenburg 1873; Dr. Ed. Heyer, Anleitung zum Bau von Waldwegen, Gießen 1864; K. Schuberg, Der Waldwegbau und seine Vorarbeiten, 2 Bde., Berlin 1873 und 1874; Dr. H. Stötzer, Waldwegebaukunde, 4. Auflage Frankfurt a. M. 1903; G. R. Förster, Das forstliche Transportwesen, Wien 1885; Wimmenauer, Grundriß der Waldwegbaulehre, Leipzig und Wien 1896. Knauth, Waldwegebau und Terrainstudien, Frankfurt 1896. Lizius, Forstliche Baukunde, I. Forstlicher Hochbau, Berlin 1896. H. Dotzel, Handbuch des forstlichen Wege- und Eisenbahnbaus, Berlin 1898. Marchet, Waldwegbaukunde I. Tracieren und Projektsverfassung. Leipzig und Wien 1898. Croy, Forstliche Baukunde, Böhm. Leipa 1900, 2. 1906. L. Müller, Die Vorarbeiten zum Wegbau in Waldungen, Stuttgart 1910. Dr. F. Steinbeis, Die Holzbringung im bayerischen Hochgebirge, München 1897.

Sonderschriften über Waldwegnetzlegung und Waldeinteilung sind:

E. Braun, Ueber die Anlage von Schneisensystemen, 2. Aufl., Darmstadt 1871. C. Mühlhausen, Wegenetz des Lehrforstreviers Gahrenberg, Frankfurt a. M. 1876. Dr. H. J. Räß, Waldwegenetz und Waldeinteilung im Gebirge, München 1880. Dr. H. Martin, Wegnetz, Einteilung und Wirtschaftsplan in Gebirgsforsten, Münden 1882. Ad. Runnebaum Forstvermessung und Waldeinteilung 1890. O. Kaiser, Die wirtschaftliche Einteilung der Forste mit besonderer Berücksichtigung des Gebirges in Verbindung mit der Wegenetzlegung 1902. Derselbe, Der Ausbau der wirtschaftlichen Einteilung des Wege- und Schneisennetzes im Gebirge 1904.

Als Hilfsbücher stellen sich dar: Dr. Ed. Heyer, Tafeln zur Erdmassenberechnung beim Bau der Waldwege. Dr. F. Grundner, Taschenbuch zur Erdmassenberechnung bei Waldwegebauten, Berlin 1884. Schiege, Die Wegekrümmungen, Freiberg i. S. 1896. Kaufmann, Praktische Anleitung zur korrekten Kurvenabsteckung, Würzburg 1895.

Speziell den Bau und Betrieb der Riesen behandeln: A. Kubelka, Der Riesweg etc., Wien 1903. Woditschka, Die Drahtriese, Wien 1897. Dr. F. Angerholzer v. Almburg, Forstliche Riesbauten, Wien und Leipzig 1911. J. Marchet, Bau und Betrieb der Rieswege, Wien 1904 (Separatabdruck aus der „Allg. Bauzeitung").

Aus der Literatur über Waldbahnen: Dr. W. F. Exner, D. moderne Transportwesen im Dienste der Land- und Forstwirtschaft. Weimar 1877. E. Heusinger von Waldeck, Handbuch für spezielle Eisenbahntechnik V. Bd. von 1878 S. 526 u. ff.: „Bahnen zur Ausbeutung von Waldungen". E. O. Schubarth, Die Feldeisenbahnen insb. Spaldings Feldeisenbahn-System im Dienste der Waldwirtschaft, Essen 1885. Oekonomie, Gruben- und Forstbahnen mit vollständiger Ausrüstung. Vom Georg-Marien-Bergw. und Hütten-Verein Osnabrück. Osnabrück 1885. A. Runnebaum, Waldeisenbahnen, Berlin 1886. E. Dietrich, Oberbau und Betriebsmittel der Schmalspurbahnen, Berlin 1889. Bleichert, Holzverladung und Holztransport, Leipzig, ohne Jahr.

Für den Holztransport auf dem Wasser kommen außer den bereits genannten Werken von Jägerschmid und Förster hauptsächlich in Betracht: K. Ebner, Flößerei und Schiffahrt auf Binnengewässern, Wien und Leipzig 1912. Die betreffenden Abschnitte in Gayers Forstbenutzung 1. Auflage 1863, 10. bearbeitet von H. Mayr, 1909.

Von der ingenieur-wissenschaftlichen Literatur ist vor allem zu nennen das Handbuch des Tiefbaus, herausgegeben von K. Esselborn 3. Auflage 1908.

§ 5. Zur Feststellung der Veränderungen, welche an der natürlichen Bodenoberfläche vorgenommen werden müssen, um einen brauchbaren Weg herzustellen, ist eine Aufnahme des Geländes erforderlich. Insbesondere sind die Höhenunterschiede in der Richtung des Wegzuges und die Neigung des Hanges senkrecht zur Wegachse zu ermitteln.

Für die erste Orientierung genügen in der Regel die Waldpläne, eventuell

auch topographische Karten der Gegend, wenn sie nur in nicht zu kleinem Maßstab — Minimum 1:25000 — ausgeführt sind und zuverlässige Höhenkurven enthalten. In wie weit die letztere Bedingung erfüllt ist, wird oft durch eine vorläufige Begehung des Geländes, verbunden mit flüchtigem Längsnivellement zweifelhafter Stellen zu prüfen sein. Wo solche Karten fehlen, sind sie vor Beginn einer jeden größeren Wegbautätigkeit anzufertigen. Es empfiehlt sich dann, den Maßstab nicht kleiner als 1:6000 zu wählen und die Höhenkurven in nicht größerem Abstand als 5 zu 5 m einzutragen. Die Beschreibung der anzuwendenden Arbeitsweisen gehört ins Gebiet der Vermessungslehre. Felsen, Steinrasseln, versumpfte Stellen, Torflager, Quellen und Wasserläufe, die benachbarten für den Anschluß wichtigen öffentlichen oder privaten Wege, die Nutzungsart anstoßenden Geländes und dergl. für die Linienführung wichtige Dinge müssen selbstverständlich auf der Karte mit dargestellt werden.

Die Längsachse eines Weges zieht entweder horizontal — eben — oder mit Gefälle. Die Größe des Gefälles bestimmt die Brauchbarkeit des Wegzuges für die beabsichtigte Transportweise. (Siehe § 7.)

S § 6. Die beim Waldwegbau verwendeten Nivellierinstrumente sind entweder Senkel- oder Libellen-Geräte. Von beiden Arten besteht eine große Auswahl mit sehr verschiedenem Grad der Leistungsfähigkeit, Leichtigkeit, Handlichkeit, Dauerhaftigkeit und des Wertes.

Außer der Setz- und Bleiwage sind zur Aufnahme der Gelände-Querschnitte, zur Aufrichtung von Lattengestellen usw. als brauchbare Senkelgeräte zu erwähnen: der Quadrantenstock, der Gefällmesser von Bose, Hurth, Desaga, Boussat, Matthes (bezw. Prager), der verbesserte Gefällstock Sicklers, der Patentgefällmesser Mayers. Verwendbar zu gleichem Zwecke sind die meisten Baumhöhenmesser. Sie werden teils von Hand, teils mit einfüßigem Gestell gebraucht, dienen vorzugsweise zu flüchtigen Gefällermittlungen, zum Aufsuchen neuer Wegrichtungen, zur Absteckung endgültiger einfacher Bauten in Länge und Breite, überhaupt wo Zeit und Mittel beschränkt sind. Sie erlauben rasche Aufstellung, verlangen aber ein gutes Auge (mit Ausnahme des Mayerschen mit sog. Stampferscher Röhre) und namentlich ruhige Luft.

Die Libelle für sich, in einfachem Holz- oder Metallkästchen mit Glasverschluß, dient wie die Bleiwage und hat in Verbindung mit einem rechtwinkligen Dreiecks-Gestell die nämliche mehrseitige Verwendung, aber den Vorzug feinerer und stetigerer Leistung.

In Verbindung mit einfachem „Diopterlineal", dessen Enden ein sog. Okular- und Objektivdiopter (Durchstich und Fadenkreuz) tragen, oder der Stampferschen Röhre (messingene Auszugsröhre mit gleichgroßer bikonvexer Linse an beiden Enden, das Fadenkreuz in der Mitte) oder mit astronomischem Fernrohr, mit oder ohne Höhenskala und Horizontalkreis, in verschiedener Verbindung mit einem Dreifußgestell, bestehen sehr mannigfache Libellengeräte. Erwähnt seien als mehrfach im Gebrauche erprobt und selbst zu den feineren Messungsarbeiten im Waldwegbau ausreichend (da sie noch Zehntel eines Gefällprozentes sicher genug angeben):

Das Stampfersche Nivellierdiopter mit der Sicklerschen Höhenskala (Einstellung mittelst Mikrometerschraube und eingeteilter Trommel), mit oder ohne Horizontalkreis mit Nonius;

Das Staudingersche Nivellierdiopter mit Höhenskala und Nonius und doppelter Diopter-Vorrichtung (ohne Fernröhre).

Das Abneysche Spiegeldiopter für den Waldwegbau, umgebaut von Rheinhardt und Dorrer — Forstliches Meßinstrument von Dorrer.

Hiezu kommen die sogen. Taschen-Libellen-Geräte mit Fernrohr, die Libellen-Geräte mit Boussole und Diopten oder Fernröhre, endlich die sog. Universal-Instrumente. (Stötzer.)

Für die Zwecke des Waldwegbaus empfiehlt sich am meisten ein einfaches solides Senkelinstrument — etwa das von Sickler oder Matthes; Libelleninstrumente mit Stativ verwendet, gestalten die Arbeit viel zeitraubender, benutzt man sie aber freihändig, so führt bei längerer Arbeit die Ermüdung leicht zur Ungenauigkeit und Fehlern. Fernrohrinstrumente sind im Walde selten von Vorteil, weil das Gesichtsfeld durch die Stämme sehr eingeengt ist, die Arbeit mit ihnen wird auch dadurch erschwert, daß meist in gebrochenem Lichte gearbeitet werden muß.

Bei den Absteckungen braucht man zu den Waggeräten als Hilfsgeräte:

die Setzlatte oder das Richtscheit zur Messung in der Waglinie,

die Meßlatte, bald mit fester, bald mit beweglicher Zieltafel (in letzterem Falle ,,Schieblatte" genannt), zu den Gefäll-Absteckungen mit bloßem Auge,

die Skalen- oder Reichenbachsche Latte mit feinster Längenteilung (bis 1 cm) zu den Arbeiten mit bewaffnetem Auge (der Vorteil liegt hier in dem genaueren Ergebnis und der gesicherten Ablesung, unabhängig von den Lattenführern);

die Visierkreuze (oder Krücken), deren drei von gleicher Höhe vorhanden sein müssen, um zwischen genau eingemessenen verpfählten Punkten Seiten- oder Zwischenpunkte in beliebiger Zahl auf gleiches Gefälle einzurichten;

Meßlatten, Meßbänder oder sonstige Längemaße;

Kreuzscheibe, Absteckstäbe (gerade, leicht, mit weißem und rotem Farbanstrich je auf 0,2 oder 0,5 m Länge), Handbeil, Handsäge, Axt und Haue.

Zu guter Leistung ist alles Meßgeräte reinzuhalten, gegen Nässe, grelles Licht und Beschädigung zu schützen, vor dem Gebrauch an Reibungsflächen einzuölen, zu prüfen und richtigzustellen. Beim Gebrauch ist auf genaue Wägung, Ablesung und sofortige Aufzeichnung zu halten, der Arbeitsgang zu regeln, jeder wichtige Punkt für Nachmessungen durch haltbare Verpfählung zu sichern (Rückmarke bei weichem Boden, am Wasser, bei Felsen oder Gerölle). Bei Durchhieben ist erst vorsichtig aufzuasten, nur nach endgültiger Annahme einer Linie ein voller Durchhieb zu führen.

II. Die Anforderungen an den Bau der Einzelstrecken und ihren Zusammenhang im Wegnetz.

§ 7. 1. Die Gerade ist als die kürzeste Verbindungslinie zweier Punkte auch beim Wegbau im allgemeinen zunächst immer anzustreben. Wo sie der Geländeverhältnisse wegen möglich ist, sollte sie gewählt werden, auch darum weil sie die höchste Verkehrssicherheit ergibt. In ästhetischer Beziehung kann freilich bei langen Linien eine kleine Unterbrechung durch Biegungen erwünscht sein, weil scheinbar endlose gerade Wege abstumpfend wirken. Außerdem werden auch innerhalb der zulässigen Gefällsgrenzen solche Abweichungen von der Geraden häufig durch die Rücksicht auf die Kostenersparnis verursacht — Umgehung von Stellen mit schlechtem Baugrund, Wahl der Stellen für Brücken, Möglichkeit zwei Wege längere Strecken weit zusammenzulegen, alte Wege zu benützen, Grenzverhältnisse —.

Die Abweichung von der Geraden wird im Gebirge und Hügelland zur Regel, weil die Anpassung an das Gelände die Erdmassenbewegungen verkleinert und weil für jede Wegart ein Gefällsmaximum besteht, das im Interesse der Verkehrssicherheit und der Erreichung des Zwecks der Anlage nicht überschritten werden darf.

Die Steigung oder das Gefälle wird bezeichnet durch Angabe des Verhältnisses der horizontal gemessenen Länge einer Strecke zu dem Höhenunterschied zwischen dem Anfangs- und Endpunkte derselben. (Figur 1.)

Die üblichste Berechnungsweise ist das Gefällprozent, abgeleitet nach: $p = \frac{h}{l} 100$ Nächst ihr ist zu nennen die Angabe des Neigungswinkels α, für den die Funktion besteht $\tan \alpha = \frac{h}{l}$.

Fig. 1.

Bei Schienenwegen ist viel üblich, die direkte Angabe des Wertes von h : l z. B. 1 : 350 = 0,286 %.

Speziell für Böschungen wird angewendet die Bezeichnung nach dem Wert des Quotienten $\frac{l}{h}$ (Fig. 2). Die Größe AD = BC, um welche der obere Rand der Böschung gegen den unteren, den Böschungsfuß, zurücktritt, nennt man die Ausladung, AC die Abdachungslinie oder das Böschungsprofil, BA = h die Böschungshöhe.

Fig. 2.

„Einfach“, „einfüßig“, einmetrig“ oder ganz heißt die Böschung, wenn a = h ($\measuredangle \beta = 45^0$).

„Halbe“, „halbfüßig“, „halbmetrig“, wenn a = ½ h, 1 ½ fache, wenn a = 1 ½ h usw.

Bei Böden von mittlerer Bindigkeit ist einfache Böschung Regel, nasser oder sehr lockerer Boden verlangt stärkere, sehr fester erlaubt schwächere Ausladung bis zu ½ h, Felsboden enthebt der Abböschung. Künstliche Befestigung gestattet kleinste Ausladung (Ersparnis an Baufläche). Beim Mauerwerk ist der Ausdruck „Anzug“ (mit der Ausladung als Einheit) gebräuchlich: 1/n Anzug, wenn n . a = h.

Unter Auslaufpunkten versteht man die Stellen, an denen eine künstliche Böschung wieder in die natürliche, „gewachsene“ Geländeböschung übergeht.

2. Jeder Weg ist, wie gesagt, nur innerhalb bestimmter Gefällgrenzen brauchbar. Die bewegende Kraft muß außer dem Eigengewicht so viel Last — Fuhrwerk und Ladung — fördern können, daß der Kraftaufwand sich lohnt. Der Abwärtstrieb auf der schiefen Bahn, der durch die Anziehungskraft der Erde verursacht wird, ist aber dem Produkt aus Last und Sinus des Neigungswinkels proportional.

Fig. 3.

Ein Umweg ermäßigt das Gefälle, ein zu großer aber verteuert zu sehr den Bau. Zur Ersteigung von h (Fig. 3) wird beim Prozentsatz p der Weg $AD = \frac{h}{\tan\alpha}$ nötig, beim Prozentsatz p + n der Weg $AB = \frac{h}{\tan\beta}$. ($\measuredangle$ GAD = α, $\measuredangle$ EAB = β), es wächst also der Weg im umgekehrten Verhältnis des Tangente des Neigungswinkels. Gehen wir von 5 % ($\alpha = 2^0 52''$) auf 7 % ($\beta = 4^0$) hinauf, so verkürzen wir den Weg im Verhältnis 2 zu 1,4, aber das größte Gefälle verursacht einen Mehraufwand an Zugkraft und Unterhaltung. Zwischen den Extremen liegt das Gefälle p + a, welches den örtlichen Verhältnissen am meisten entspricht — Fuhrwerk, Spannkräfte und Ladegrößen —.

Die Gefällgrenzen sind weitere bei gleitender Reibung als bei der geringeren rollenden und richten sich zugleich nach der Art der Bewegungskräfte (tierische oder mechanische) und nach der Richtung des Verkehrs mit beladenem Wagen (nur bergab oder auch bergan). Als Maximum können gelten

für Fahrwege oberer Ordnung 3 %, geht der Verkehr nur bergab 7 %
„ „ unterer „ 7 % „ „ „ „ „ 12 %.

An Wendplätzen, Wegeinmündungen und scharfen Biegungen nicht über 5 %.

Für Reitwege wie bei Hauptwegen.

Für Schleifwege, womöglich nicht unter 7, nicht über 15, äußerstenfalls 25 %.

Für Schlittwege, 8—25 %, je nachdem nur bei Schnee oder auf geschmierter oder ungeschmierter Prügelbahn oder auf dem trockenen Boden geschlittelt werden soll.

Für Riesen liegen, vom oft schwach ansteigendem Auslauf abgesehen, die Gefällsgrenzen zwischen 5 und 90 %, das Optimum wechselt sehr mit der Riesart, soll daher später erörtert werden.

Für Fußwege bis zu 12, streckenweise noch 15 %.

Für Schienenwege, zu selbsttätiger Bewegung durch das Eigengewicht, 1—5, auf kurzen Strecken 7—8 % mit unmittelbar folgenden Ermäßigungen auf 0,25—0,50 %.

Schroffe Gefällswechsel sind immer zu vermeiden und ein allmählicher Uebergang in Abstufungen von etwa ½ % anzustreben. Ist ein solcher untunlich, so schaltet man eine kurze ebene Strecke ein. Ebenso werden lange gleichmäßige Steigungen zweckmäßig in Abständen von 1 km durch kleine schwachsteigende Stücke — Ruhestellen — unterbrochen.

3. Gegengefälle verursachen eine unproduktive Mehrarbeit, die etwa dem doppelten Kraftaufwand entspricht, der anzuwenden ist, um die Last vom tiefsten Punkt der verlorenen Steigung auf die früher schon einmal erreichte Höhe heraufzubringen; sie sind nur zulässig:

a) zur Ersparung großer Umwege,
b) zur Umgehung bauschwierigen, gefährlichen, nicht erwerbbaren (oder zu teuren) fremden Geländes,
c) zur Erreichung wichtiger Zwischenpunkte (Einmündungen, Sattelpunkte, Lagerplätze, Niederlassungen etc.).

4. Die Breite eines Weges richtet sich nach der Art und Größe des Verkehrs. „Kronenbreite" heißt der Abstand der Wegkanten. Sie umfaßt also die Breite der Fahrbahn (Stein- oder Schotterbahn) und der Geh- oder Seitenbahnen, (Bankette).

Die „Bauflächenbreite" enthält noch die Grabenweite und Böschungen bis zum Auslaufpunkt. Die angenommene (vorgeschriebene) Kronen- oder Normalbreite wird nie verschmälert, dagegen örtlich oft erweitert (Ausweichstellen, Kehren, Einmündungen, Schotterplätze etc.).

Mit der Wegbreite wächst

a) die Größe der Baufläche, welche die ertragsfähige Fläche verringert oder erworben werden muß,
b) die Höhe der Anlage- und Unterhaltungskosten,

am Berghang desto mehr, je größer der Neigungswinkel, so daß der wirtschaftliche Erfolg auf Null sinken kann.

Fig. 4.

Wenn die Neigung eines Berghanges durch Messung von AG = w und FG = h, das Böschungsverhältnis der Weganlage durch EG : FG = BD : DC bestimmt, die Wegbreite AB = a ist, so berechnet sich die abzutragende Fläche zu $\frac{aH}{2}$, wobei H = DC, und für die Breite AE = a, zu $\frac{a_{,}h}{2}$ und somit ein Unterschied der Querflächen von $\frac{aH}{2}$ $- \frac{a_{,}h}{2}$. Da nun H : h = AC : AF = AB : AE = a : a,; also H = $\frac{ah}{a_{,}}$, ist die Differenz =

$$\frac{1}{2}\left(\frac{a^2h}{a_{,}} - a_{,}h\right) = \frac{h}{2a_{,}}\,(a^2 - a_{,}^2)$$

Die Verbreiterung des Weges von $a_{,}$ auf a führt also zu einer Erhöhung der Kosten, die unter sonst gleichen Umständen mit der Differenz der Quadrate der Wegbreiten und dem Werte des Faktors h : 2a, d. h. mit dem natürlichen Böschungswinkel, wächst.

Die nötige Wegbreite ist abhängig von der Spurweite und Ausladung der Fuhrwerke, weiter von der Richtung des Verkehrs. Starker Lastenverkehr in beiden Richtungen verlangt 5 m breite Fahrbahn. Meist aber geht im Wald das beladene Fuhrwerk zum weitaus überwiegenden Teil nach einer Richtung. Dann kann auch bei starkem Verkehr die Kronenbreite auf 4,2 m herabgesetzt werden, so daß zwar zwei Langholzfuhren auf ihr Platz finden, von Brennholzwagen aber der leergehende das Bankett eventuell auch den Graben während des Ausweichens mitbenützen muß. Geht die Holzabfuhr sicher nur in einer Richtung, so genügt für Wege 2. Ordnung eine Fahrbahnbreite von 3—3,6 m, bei Anlage zahlreicher Ausweichplätze sogar von 2,5 m. Für die Seitenbahn rechnet man, falls nicht ein lebhafter Fußgängerverkehr den Ausbau als Fußweg nötig macht, jederseits 0,3 m. Somit erhalten wir folgende Kronenbreiten:

bei Hauptwegen		4,8	bis	5,6	m
„ Wegen 2. Ordnung	(3,1)	3,6	„	4,2	„
„ Schleif- und Rieswegen		2,4	„	3,0	„
„ Schlitt- und Reitwegen		1,8	„	2,2	„
„ Fußwegen (sog. Hutpfaden, Pirschwegen etc.) . .		0,6	„	1,5	„

5. Jedem Weg muß durch regelmäßige Böschungen die nötige Haltbarkeit und Sicherheit verliehen werden.

6. Soweit der Weg nicht höher liegt als das benachbarte Gelände, muß er von diesem durch Gräben getrennt werden. Diese sollen:

a) das von der Wegoberfläche abfließende, sowie das von der Seite zuströmende Wasser aufnehmen und den nächsten Rinnsalen, Durchlässen oder künstlichen Versenkungen zu führen, und so

b) die Bauten vor Aufweichung, Abspülung etc. bewahren, ferner

c) diese oder das Nachbargelände gegen Ueberschreitung schützen.

Fig. 5.

Die Ausmaße der Gräben (Fig. 5): ob = w (obere Breite oder Graben-Weite), gs = s (untere B. oder Grabensohle), og und bs (Böschung) und st = t (Tiefe) werden durch die Zwecke der Anlage bestimmt — Schutz- oder Wassergräben, bei letzteren durch die aufzunehmende Wassermenge. Bei mangelndem oder langsamem Ablauf größtes Ausmaß. Die Steilheit der Böschung hängt von der Widerstandsfähigkeit der Wände gegen die Angriffe des Wassers ab. Gewöhnlich genügen für w : 0,7 bis 1 m, für s : 0,2 bis 0,5, für t : 0,3 bis 0,5 m. Die Querprofilfläche Q berechnet sich am einfachsten aus

$$\frac{w+s}{2}\cdot t$$

Man sucht immer einiges Gefälle herzustellen. Bei einem Straßengefälle über 7 oder 8 % hat man die Sohle und Wände zu befestigen oder durch Querschwellen das Gefälle zu ermäßigen.

7. Lange Einschnitte — Hohlwege — sind zu vermeiden, da in ihnen die Fahrbahn schlecht abtrocknet und daher schlecht zu unterhalten ist, ferner weil sie nicht

weithin übersichtlich ist. Zudem verursachen lange Einschnitte wie Aufschüttungen eine erhebliche Erhöhung der Baukosten.

Weiter ist für rasche Ableitung der auf die Wegfläche fallenden Niederschläge zu sorgen. Dies wird am besten erreicht, indem man die Wegkrone nach beiden Seiten hin abwölbt (Fig. 6), die Mittellinie etwa um 1/20 der Breite höher legt, als die Kanten, und diese Abwölbung bei der Unterhaltung immer wieder herstellt. Es bestehen freilich gegen dieses Verfahren heute noch in vielen Kreisen Bedenken (siehe die Enquete von Regierungs- und Forstrat Eberts im Forstw. Zentralbl. 1911), die im wesentlichen darauf hinauslaufen, daß die Kosten höher seien, als wenn man dem Wege nur nach einer Seite hin Fall gegen die Wegachse gibt. Vor allen Dingen soll der Graben an der Bergseite erspart werden. Dem ist zunächst entgegenzuhalten: Horizontalwege sind im Gebirge unzweckmäßig. Hat ein Weg nun aber Gefäll in der Längsrichtung, so fließt, wenn wir ihm außerdem noch Neigung senkrecht zu dieser geben, das Wasser nicht in der Richtung senkrecht zur Achse, d. h. in der kürzesten Richtung ab, sondern in jener, die der Diagonalen im Parallelogramm der wirkenden Kräfte entspricht. Je höher das Gefälle des Weges selbst ist, um so länger verbleibt das Wasser auf dem Wege und um so eher kann es Schaden anrichten. Fällt die Wegkrone dagegen nach beiden Seiten hin, so wird die Diagonale auch nur halb so lang. Starke Neigung der ganzen Wegkrone nach der Talseite bedeutet für die Fuhrwerke eine Gefahr — Ausgleiten bei Glatteis, Regen — zumal im Lauf der Jahre diese Neigung i. F. der Einwirkung des abfließenden Wassers immer stärker wird, und eine Kraftvergeudung, die Zugtiere müssen schon lediglich um den Wagen auf der Fahrbahnmitte zu erhalten, Arbeit leisten. Besonders zeigt sich das in engen um Vorsprünge herumziehende Kurven, da hier die Centrifugalkraft hinzukommt. Den gleichen Mißstand haben einseitig gegen Berg geneigte Wege, nur daß hier in den in Schluchten liegenden Kurven die größere Beanspruchung der Zugtiere auftritt und wenigstens die Gefahr eines Absturzes wegfällt. Dafür aber führt das am Fuß der Bergböschung sich sammelnde Wasser zu Unterwaschungen und Rutschungen. Wird das Material, das diesen entstammt, nicht immer wieder sofort beseitigt, so drängt es beim nächsten Regen oder Schneeabgang das Wasser direkt in den Weg und führt dort zu Beschädigungen. Ueberdies wird der Wegkörper auch von dem längs der Bergböschung abfließenden Wasser angegriffen. Dagegen kann ein Graben von vorneherein mit den Dimensionen und Böschungsverhältnissen angelegt werden, daß der Gleichgewichtszustand zwischen der Festigkeit des Materials und der von dem Gefälle und der größten Wassermenge abhängigen Stoßkraft des Wassers besteht, Beschädigungen also ausbleiben. Der Graben drainiert gleichzeitig den Wegkörper und begünstigt so die rasche Abtrocknung. Selbstverständlich muß er stets offengehalten werden. Bei den nach beiden Seiten abgewölbten Wegen darf an der Talseite kein die Fahrbahn überragendes Bankett vorhanden sein, oder dasselbe muß in kurzen Abständen Durchlässe für das von der Fahrbahn abströmende Wasser erhalten.

Fig. 6.

AB Bauflächenbreite DF Bankett. GD Graben a b Ueberhöhung.

Eine einseitige Neigung der Fahrbahn ist dagegen angezeigt in engen Kurven, deren Mittelpunkt nach der Bergseite zu liegt, in denen die Centrifugalkraft also den Wagen gegen den Abhang zieht. Gibt man hier der Wegkrone Fall gegen Berg, so erleichtert man es dem Fuhrwerk, die richtige Bahn einzuhalten.

8. Aeltere Wege sind zu prüfen, ob und inwieweit ihre Richtung und

Zugslinie, Breite, Gefällverhältnisse, ihr Bauzustand usw. ihre Beibehaltung und Einfügung in das Wegnetz rechtfertigt.

§ 8. Das Wegnetz. Sollen die Bringungseinrichtungen durch völlige Erschließung des Waldganzen ihrer Aufgabe entsprechen, so müssen sie ein geschlossenes „Wegnetz" bilden oder im Bedarfsfall durch verlegbare Zwischenbahnen verbunden werden können.

Da auch die wirtschaftliche Einteilung eine Reihe von Linien erfordert, die immer offengehalten werden müssen, verlangt schon die Sparsamkeit, daß Wegenetz und Waldeinteilung möglichst zusammengelegt werden. Dies ist auch darum ratsam, da so die Wirtschaft in jeder einzelnen Abteilung (Distrikt) unabhängig gemacht wird von der in den benachbarten.

Der Entwurf erfordert genaue Ortskenntnis und wird in einen Waldplan (Uebersichtskarte im Maßstab von 1 : 6000 bis 25 000, je nach der Größe der Waldfläche) eingezeichnet, welcher die Bodenform, Wasserläufe und Wasserscheiden, die schon vorhandenen Verkehrslinien und die Anknüpfungspunkte in der Umgebung ersehen läßt.

In der Ebene besteht meistens schon eine regelmäßige Jagen- oder nahezu rechtwinklige Schneisenteilung, nordsüdlich und westöstlich oder von SW nach NO für die Haupt- und in R^0 dazu für die Seitengestelle. Sie bilden auch das Wegenetz, mit streckenweisen Ausnahmen aus wegbaulichen Gründen (Sandhügel, Moorflächen, Gewässer usw.) und sind nur an Außenstraßen anzuschließen oder mit neuen Verkehrsanforderungen in Einklang zu bringen.

Für das Hügelland und Gebirge kann ein entsprechendes Wegnetz nur mit Hilfe eines Waldplans mit Geländezeichnung sicher entworfen werden.

In Fig. 7 ist die Zeichnung eines Geländestückes mit den Horizontalkurven und deren Benützung zum Entwurf eines Wegnetzes dargestellt. Zwischen der durch Nr. 112 bis 114 gegen N. und durch Nr. 31—34 gegen S. angedeuteten Waldgrenze zieht von W. nach O. ein Haupttal mit der Landstraße ABC. In dasselbe mündet ein Quertal. Durch die Waldgrenzen, die Straße, Wasserläufe, Einteilungslinien und die trigonometrischen Höhenpunkte (△) A, d, b, k und g sind die Anhaltspunkte und -Linien gegeben, von und längs welchen die weiteren Höhenbestimmungen stattfinden sollen, in Verbindung mit der Aufnahme der Horizontalkurve bKJ . . . als Zugslinie eines künftigen Fahrwegs und des (punktierten) Kurvenstücks, welches unter △ d hindurch die beiderseitigen Talwände entlang zieht und unter □ f und □ h durch Messung des wag- und senkrechten Abstands festgelegt wird. Die vielen offenen Linien lassen nach jeder Richtung die Kenntnis der Bodengestaltung ergänzen.

Die ausgeführte Kurvenzeichnung wird für den Wegnetz-Entwurf in der Weise benützt, daß man nach der Auswahl der Zugsrichtungen die passenden Anknüpfungs- und Berührungspunkte (z. B. bei Punkt B der Talstraße, D über dem Talboden, □ h Sattelpunkt, H Rampe) bestimmt, die mutmaßliche Weglänge z. B. BD mit dem Zirkel abgreift, die Kurven-Abstände (= 3 h) zählt, aus 3 h : BD (Prozentsatz 0,0 p) die Schnittlänge ($l = \frac{h}{0{,}0\,p}$) berechnet, mit welcher der Zirkel von B aufwärts bis D die Kurven schneiden muß. Sind in gleicher Weise die Hauptwegzüge auf der Karte entworfen und verbunden, so verlässigt man sich durch eine Begehung des Geländes über die Durchführbarkeit und nimmt die erforderlichen Berichtigungen und Ergänzungen vor. Eine flüchtige Absteckung der Hauptlinien ist ratsam, deren Ergebnisse dann auch die Einleitung der Anschlußwege beeinflußt. Für die Richtung dieser Hauptlinien und damit das ganze Wegnetz ist die Lage der Absatzorte von grundlegender

Bedeutung. Geht der Verkehr nur nach einer Hauptrichtung, so reicht ein viel einfacheres Wegenetz aus, als wenn mit der Möglichkeit gerechnet werden muß, daß ein Teil des Holzes über die Wasserscheide in ein anderes Talgebiet gebracht werden soll.

Fig. 7.

Wegen der Steigerung der Nachfrage muß die Schaffung solcher Gelegenheiten auch dort stets in Erwägung gezogen werden, wo bisher kein Holzverkehr — wegen fehlender Transportanstalten — bestand. In diesem Fall sind die niedersten Punkte der Wasserscheide, die Sättel, Richtpunkte für einen großen Teil des Wegenetzes und die

Notwendigkeit, auch den Transport bergauf zu berücksichtigen, bestimmt die zulässigen Gefälle und damit den Verlauf der Wege im einzelnen.

Wo größere Wasserläufe vorkommen, sind die zur Ueberbrückung geeigneten Stellen von großem Einfluß auf das Wegnetz. Das Gleiche gilt von der Geländebildung i. G. Hochebenen müssen durch ein besonderes Wegenetz erschlossen und auch dann durch Wege von dem anschließenden, steileren Hange getrennt werden, wenn dieser nicht so hoch ist, daß er selbst durch „Hangwege" in verschiedene Abschnitte zerlegt werden muß. Selbstverständlich sind weiter noch Verbindungswege zwischen der Talstraße und dem Wegsystem der Hochebene erforderlich. Hohe Bergwände sind immer in mehrere — übereinanderliegende — Abschnitte zu zerlegen, doch reichen hiezu vielfach Schleifwege aus.

Der Abstand, in dem Fahrwege an Berghänge anzulegen sind, hängt, wenn der Verkehr nur abwärts geht, vor allem von der üblichen Bringungsweise ab. Wo das Bringen des Holzes mit Seilen, auf Schlitten oder Riesen üblich ist, können die Abstände größer genommen werden als anderwärts, ja oft wird sich die Einführung dieser Methoden im Interesse der Kostenersparnis empfehlen. Hauptwege 1. Ordnung werden auch dort, wo Sättel erreicht werden müssen, nur in einem durchschnittlichen Mindestabstand von 600 m wirtschaftlich gerechtfertigt sein.

In der Ebene muß das Nutzholz durch schleifen, das Brennholz durch tragen aus dem Schlag an den Weg befördert werden, falls man es nicht durch die Käufer in dem Schlag abholen lassen will. Es empfiehlt sich eine länglich rechteckige Schlagform mit einem Abstand von 200—300 m für die Längs-, 400—600 m für die Querwege.

Die leichte Beschaffbarkeit schmalspuriger Schienenwege und der zugehörigen Fahr- und Hebzeuge macht es rätlich, in noch unerschlossenen Waldgebieten für schwere Nutzholzfuhren geeignete ausgebaute Wege nur in großen Abständen anzulegen.

Soweit der Zug der Grenzen es erlaubt, auf diesen fahrbare Wege herzustellen, sollte dies geschehen, um eine selbständige Bemantelung der Bestände zu ermöglichen und die Klagen über Traufschaden zu verhüten.

§ 9. **Bestimmung der Wegrichtung im einzelnen.** In den Tälern folgen die Wege so lange der Talsohle, als es das Gefälle gestattet. Ist die Erschließung der Hänge und das Erreichen von Sätteln überflüssig, so genügen diese Talstraßen allein, sie erhalten an ihrem Ende einen Kehr- und Lagerplatz, an den die Hölzer aus den hinteren Teilen des Talgebietes gerückt werden. Ist im Tal ein Wasserlauf, so muß der Weg natürlich über den zu erwartenden Hochwasserständen hinziehen, sonst ist eine möglichst tiefe Lage erwünscht, damit kein Holz bergauf gebracht werden muß. Nur an wenigen Stellen überschreitbare Wasserläufe machen i. d. R. Wege auf beiden Talseiten nötig.

Die Hangwege läßt man am zweckmäßigsten abzweigen vom Endpunkt der Seitentalwege, auch wenn sie wieder ins Haupttal führen, da so ein höherer Ausgangspunkt gewonnen und an Gefäll wie Baulänge gespart werden kann. Bei Abzweigung von Wegen mitten auf der Strecke ist es vorteilhafter, den abgehenden Weg in der entgegengesetzten, nicht der gleichen Richtung, ansteigen zu lassen, wie den Hauptweg. (Siehe Kautz in d. Zeitschr. f. F. u. Jwesen 1907.) Denn beide entfernen sich dann (Fig. 8) rascher voneinander, und die zu bauende und zu unterhaltende Strecke wird kleiner. Soll mit gegebenem Gefällprozent p_1 von der selbst mit p % ansteigenden Talstraße AB der Punkt C erreicht werden, so ist die Abzweigung

Fig. 8.

in D geeigneter als die in E. Denn liegt C um CF = H über dem Talweg, so ist die Länge des von D zu bauenden Weges = $\frac{H}{p_1 + p}$ 100, jene des in E beginnenden aber $\frac{H}{p_1 - p}$ 100.

Dem Fuhrwerk wird dadurch freilich ein Umweg zugemutet.

Lange Horizontalstrecken sind im Gebirge tunlichst zu vermeiden, da sie zu langsam vorwärtsbringen. Besteht das Gebirge aus langen geschlossenen Rücken, die durch Hangwege in mehrere Höhenstufen zerlegt werden müssen, so gibt man den Hangwegen auch dann ein schwaches Gefälle talauswärts, wenn ein im Talende liegender Sattel mit ihnen erreicht werden muß, und läßt von ihnen im Abstand von etwa 3—4 km direkte Verbindungswege mit stärkerem Gefäll nach der Talstraße abzweigen. Man verhütet dadurch, daß die dem Tal zustrebenden Wagen lange rückwärts fahren müssen.

Rampen sollen immer an Stellen gelegt werden, wo das Gelände verhältnismäßig schwach geneigt ist. Die geeigneten Oertlichkeiten sind daher schon beim Entwurf des Wegnetzes auszusuchen und dann die Richtung des Einzelwegs darnach zu bestimmen.

Der Ausbau eines großen Wegnetzes beansprucht immer Jahrzehnte. Zweckmäßig ist es, alle Hauptlinien baldmöglichst als schmale Hutwege — Pionier- oder Tracenpfade — auszuführen, was nur geringe Kosten erfordert. Dadurch wird das Wegnetz im Gelände festgelegt und auch das Urteil über die Brauchbarkeit der einzelnen Linien erleichtert. Wirklich ausgebaut werden zunächst die Hauptverbindungen mit den öffentlichen Verkehrsanstalten, sodann jene Wege, die in die Verjüngungsabteilungen hineinführen.

§ 10. Die Rücksicht auf die wirtschaftliche Einteilung. Die Vorzüge der rechteckigen gleichmäßigen Jagen- oder Schneisen-Teilung sprechen für ihre Anwendung, soweit ihre Linien fahrbar sind. Es bildet dann die Einteilung die Grundlage des Wegenetzes. An Berghängen aber wird die Benutzung der rechtwinkligen Einteilung für die Weglinienführung unmöglich, sobald das natürliche Gefälle streckenweise über das zulässige Maximum für Schleifwege hinausgeht.

Hier hat die wirtschaftliche Einteilung sich dem Wegnetz anzupassen und zwar kann sie verwenden: einmal die Talstraßen, dann die mit geringem Gefälle ziehenden Hangwege. Diese ergeben zusammen die Einteilung in Höhenstufen. Weiter können, zur Zerlegung der einzelnen Höhenstufe in Wirtschaftsfiguren, benutzt werden jene Verbindungsstrecken zwischen den ebengenannten Wegen, die mit nicht zu spitzem Winkel in sie einmünden. Zur Ergänzung werden dann die natürlichen Geländelinien, Rücken, Schluchten, Wasserläufe herangezogen.

III. Die technischen Vorarbeiten für den Einzelbau.

§ 11. Die Einleitung eines jeden Wegbaus bildet die Aufsuchung der Gefälllinie. Man schaltet dazu zwischen dem Anfangs- und Endpunkte eine Reihe von Zwischenstationen, am besten in gleichbleibendem, nicht zu großem Abstande — 20 m — von einander so ein, daß ihre gegenseitige Höhenlage dem gewählten Gefälle entspricht, verpfählt sie, nimmt das Längenprofil des so entstandenen Zuges und die Querprofile an den verpfählten Punkten auf und mißt und berechnet daraus die Ab- und Auftragskörper (oder spricht sie auf Grund einiger Messungen nur an). Diese technischen „Vorarbeiten“ weisen die Durchführbarkeit nach und lie-

fern die Unterlagen, um die Kosten des Baues zu ermitteln und darnach die Art des Arbeitsvollzugs zu bestimmen sowie die nötigen Kräfte und Mittel zu beschaffen.

In der Ebene ist die Absteckung, sofern keine Bauhindernisse (z. B. Gewässer) entgegentreten, eine einfache geodätische Aufgabe.

In Berg- und Hügelland besteht dieselbe darin,

entweder die gegebene Richtung einzuhalten, ihre Gefällverhältnisse zu ermitteln und deren Regelung für die Fahrbarkeit anzustreben (Benützung einer Grenze, Schneise, eines Talzugs),

oder unmittelbar mit dem Gefällmesser den tauglichen Gefällzug aufzusuchen und den gefundenen Linienkomplex fahrbar umzuformen.

§ 12. Muß eine bestimmte Richtung eingehalten werden, so nimmt man zunächst deren Längsprofil auf und bestimmt aus Gesamtlänge und Höhe ihr mittleres Gefäll. Dieses wird beizubehalten sein, wenn dadurch keine erhebliche Vermehrung der Kosten hervorgerufen oder der Anschluß in die Strecke einmündender Wege ungünstig beeinflußt wird. Auf gleiche Weise wird das Gefäll der Teilstrecken ermittelt, um das Minimum und den Ort der Erdmassenbewegungen zu bestimmen, die zu einer Fahrbarmachung der Strecke bei ungleichmäßigem Gefälle erforderlich werden. Die graphische Darstellung erleichtert die Beurteilung aller entstehenden Fragen.

Konnten die Einzelstrecken gleich lang gemacht werden, so läßt sich schon durch Summierung der Auftrags- und Abtragshöhen annähernd überschlagen, wie sich Aufschüttungen und Abgrabungen bei verschiedener Linienführung gestalten werden. Eine genaue Ermittelung ist wegen des Gefälles in der Querrichtung nicht möglich, aber auch nicht nötig. — Bei verschiedener Länge der Stationen berechnet man als Grundlage der vorläufigen Abwägung den Inhalt jener Flächen, die im Längsprofil zwischen der Geländelinie und der Gefällinie liegen, und summiert e. s die Inhalte der unter der Gefällinie liegenden Auftrags- und a. s jene der darüber hervorstehenden Abtragsflächen. Obwohl eine solche Berechnung aus dem angegebenen Grunde immer nur Näherungswerte liefern kann, die ferner durch das Böschungsverhältnis und den Lockerungskoëffizienten des Bodens modifiziert werden, ist ihre Durchführung ratsam, um schon vor Aufnahme der Querprofile einen Anhalt für die Veranschlagung der Kosten zu gewinnen. Man erspart sich dadurch oft die Notwendigkeit, nachträglich Aenderungen im Linienzug eintreten zu lassen und dann eine nochmalige Aufnahme und Berechnung der Querprofile vorzunehmen.

Fig. 9.

In Fig. 9 gibt die Geländelinie (Längenprofil) ABC . . . . F für das mittlere Gefälle p (=100 FG: AG) nahezu Gleichheit des Abtrags bei B und E mit dem Auftrag bei C, somit Annehmbarkeit des Gefälles p, dagegen für die längere Linie ABC . . . N (Gefälle q = 100 MN: AM) fast nur Abtrag. Es bietet sich jedoch ein annehmbarer Ausweg in der Wahl eines *gebrochenen Gefällzuges* mit 2 Gefällinien: Ae und eN oder mit 3: Ab, be, eN.

§ 13. Sind die Punkte gegeben, welche durch Wege zu verbinden sind, so wird im Gebirge kein Durchbauen in gerader Richtung, sondern im *zulässigen Gefällsatz* in das Auge gefaßt, um durch Anpassung an das Gelände die günstigsten Baubedingungen und fahrbarsten Zugslinien zu erlangen. Der gegenüber der kürzesten Richtung einzuschlagende Umweg ist durch die Rücksicht auf die Fahrbarkeit, Sicherheit und Kostenersparnis gerechtfertigt. Die Aufgabe ist, vom Ausgangs- nach dem Zielpunkt in der genehmen Richtung und Steigung mit einem auf

den Prozentsatz eingestellten Gefällmesser vorzugehen, indem man, zur ersten Verlässigung, einen Gehilfen mit der auf Instrumentenhöhe eingestellten Zieltafel um die Stationslänge l vorausschickt, ihn so weit bergauf oder bergab weist, daß die Visur die Zieltafelmitte trifft, den Punkt mit einem Nummerpfahl bezeichnet, hier den Gefällmesser und am Ende einer zweiten Strecke die Zieltafel zum gleichen Vorgange Aufstellung nehmen läßt. Sind die Strecken stets = l, so ist nach n Aufstellungen aus n . l . 0,0 p die erstiegene Höhe und die noch zu ersteigende Resthöhe rasch zu finden. Begegnet die Absteckung einer dem Bau unzugänglichen Geländestrecke (Schlucht, Felsabsturz, fremdes Feld . . .), so kann

a) davor gewendet und in einen Gegenzug (Widergang) eingelenkt,
b) das Gefällprozent einige Strecken weit verändert oder
c) eine andere Richtung oder Talseite aufgesucht werden.

Es sei z. B. (Fig. 10) für die Tallinie nop . . . t das Grundstück AB . . E nötig, aber zu teuer. Da von t aber bei gleichem Gefälle der Bach mit billigem Dohlen gegen s, überbaut werden kann, so wird die Linie s, ... o,n, den Anstand umgehen und den gleichen Zweck erfüllen. Der Fall lehrt zugleich, wie man eine bestimmte Richtung mit gleichem oder Wechselgefäll auf verschiedenen Zugslinien einhalten und dabei den günstigsten Bauverhältnissen nachstreben kann.

Fig. 10.

Wird ein erstrebter Endpunkt mit dem anfänglichen Gefälle (p_1) nicht ganz erreicht oder überstiegen, so kann das richtige p aus der Länge und der Differenz ($\pm$ v) berechnet werden. $p = p_1 \pm \frac{v}{L} 100$. Alsdann ist die Absteckung mit p zu wiederholen.

Bei minder wichtigen Linien konnen auch die verpfählten Punkte mit Hilfe der Setzwage nach einem Berichtigungssatz (ε) für jede beliebige Entfernung D vom Anfangspunkt um x, x,, x,,, auf- oder abwärts versetzt werden, nämlich

$$L : v = D : x, \text{ daher} \pm x = D \frac{v}{L} = D . \varepsilon,$$

was jeder auf den Gebrauch der Setzwage eingeübte Gehilfe besorgen kann.

Ist der Betrag v gering, die Weglänge aber bedeutend, so läßt er sich auf beliebiger Endstrecke, deren Gefälle allein geändert wird, n a c h r ü c k w ä r t s ausgleichen. Man schneidet dann mit dem Gefällmesser vom richtigen Endpunkt aus im a u s g l e i c h e n d e n P r o z e n t s a t z e p_1 die anfängliche p prozentige Gefäll-Linie in W, wozu entweder für eine bestimmte Endstrecke $CW_1 = l$ das Prozent $p_, = p \pm \delta$ oder umgekehrt l für p' zu berechnen ist (Fig. 11):

Fig. 11.

(Wenn AB = L, BD, = l, BH = H und BC = h, so ist allgemein)

$$(L - l) \frac{p}{100} + l \frac{p - \delta}{100} = h, \text{ woraus, da } L \frac{p}{100} = H,$$

$$l - 100 \frac{H - h}{\delta} \text{ oder } \delta - 100 \frac{H - h}{l}$$

Es erübrigt dann nur die Gefällabrundung am Wechselpunkt W (welchen man auf eine Krümmung der Weglinie zu legen sucht, um ihn dem Auge zu entziehen).

Eine andere Anwendung des Rückwärtsschneidens macht man, wenn ein Gefällzug auf Bauschwierigkeiten, z. B. eine steile Felspartie stößt, indem man einen passenden Durchgang MN sucht und von ihm mit $p \pm \delta$ in die begonnene Gefällinie AM zurückgeht, um nachher das Anfangsgefälle wieder folgen zu lassen.

Im Walde begegnet die Visur mancherlei Schwierigkeiten, ein solches erstes, flüchtiges Vorgehen erspart daher viele Zeit. Ist man über alle wichtigen Fragen

dadurch aufgeklärt, so folgt die endgültige Absteckung der Einzelstrecken unter Durchführung allmählicher Gefällsübergänge, bei der die Stationspunkte durch Schlagung der Höhen- oder Niveaupfähle festgelegt werden. Denn die erste Absteckung, welche ohne solche ausgeführt wurde, liefert, da Zieltafel und Stativ verschieden tief in die Bodendecke eindringen, keine geschlossene Linie, sondern eine Reihe von um ein geringes in der Höhenlage verschobenen Parallelen. Für die erste Durchsteckung darf der Fehler, der sich vielfach ausgleicht, vernachlässigt werden, eine genaue Absteckung ist aber nur bei der Verwendung von Höhenpfählen, die bodengleich eingetrieben werden, möglich. Das Schlagen derselben erfordert ziemlich viel Zeit, daher ist es, von sehr einfachen Geländeverhältnissen abgesehen, nicht zweckmäßig, sie schon beim ersten Aufsuchen der Gefällinie zu verwenden, da ja oft noch erhebliche Abänderungen vorgenommen werden müssen, sondern erst nachdem die Sicherheit gewonnen ist, daß der Weg mit dem gewählten Gefälle durchgeführt werden kann. Jedenfalls aber sind sie vor der Aufnahme der Querprofile zu schlagen.

§ 14. Feststellung der Wegmittenlinie. Auch der endgültig abgesteckte Gefällzug ist in der Regel nicht zum Ausbau direkt geeignet, denn er setzt sich zusammen aus einer Reihe von kurzen Geraden, die bald mit stumpfen, bald mit spitzen Winkeln zusammenstoßen. Diese Teilstücke müssen erst noch zu einem fahrbaren Linienzug geordnet werden. Denn die Fuhrwerke können nur mittelst eines Bogens aus einer Geraden in eine andere Gerade oder aus einem Bogen in einen zweiten und dritten übergehen.

Diese Aufgabe wird nur erfüllt, wenn die abgesteckten Geraden verschiedener Richtung durch tangierende Bögen verbunden oder statt der Biegungen der Geraden lauter dem Gelände sich anschmiegende Bogenlinien hergestellt werden. Zur Verbindung zweier Geraden AS und SB genügt eine einfache Krümmung, deren Halbmesser CE beim Austritt aus der Richtung AS und Eintritt in die Richtung SB in T und T_1 $\perp$ auf AS und SB steht, so daß beide Tangenten sind. Ist dabei $\sphericalangle$ ASB $>$ R^0, so übt erst ein namhaftes Näherrücken der Punkte T und T_1 gegen S einen fühlbaren Einfluß auf die Fahrbarkeit des Bogens; ist jedoch $\sphericalangle$ SBN $<$ R^0, so kann schon eine kleine Verkürzung den Bogen unfahrbar machen. Es befriedigen also nur jene Bogenlinien, welche durch Beachtung des Scheitelwinkels und der Größe ST genügenden Halbmessern entspringen.

Fig. 12.

Zu diesem Zwecke muß $\sphericalangle$ ASB $= \sigma$ gemessen oder berechnet werden, z. B. wenn SM $=$ $SM_1 = a$ und $MM_1 = b$, so ist

$$\sin \frac{1}{2} \sigma = b : 2a$$

oder, wenn SO $= l$

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} \sigma = b : 2l.$$

Ist aber $\measuredangle \sigma$ und die Größe von ST bekannt, so ist es der Halbmesser ebenfalls.

Wäre nur $\measuredangle \sigma$ und r gegeben, so läßt sich ST und der Zentripunkt C durch Konstruktion finden:

Man zieht innerhalb des Winkels je eine Parallele zu AS und BS mit dem Abstand r; ihr Schnittpunkt gibt C und eine Senkrechte von C auf AS oder BS die Tangente ST.

Sollen sich aber alle Einzelstrecken, wie verlangt, zu einem fahrbaren Wege zusammenfügen, so muß:

1. jede gerade Strecke die gemeinsame Tangente der Bogenstrecken ihrer Enden bilden und

2. eine Bogenstrecke, wenn ihr eine zweite ohne vermittelnde Gerade folgt, mit dieser eine gemeinsame Tangente besitzen.

Wie Fig. 13 zeigt, sind diese Anforderungen dadurch zu erfüllen, daß an den Enden der Geraden Senkrechte errichtet und durch deren Schnitte die Mittelpunkte der Kreise gefunden werden.

Hierauf stützt sich ein einfaches Verfahren, um einen abgesteckten Linienzug in einen fahrbaren Zug von Geraden und Bogenstrecken umzuwandeln: Nachdem der Gefällmesser von A (Fig. 13) aus alle Gefällpunkte B, C, D .... geliefert, wird der ganze Wegzug mit einem Winkelinstrument als offenes Polygon aufgenommen und aus den berechneten oder eingemessenen Koordinaten (weniger genau, aber rascher mit Hilfe eines genauen Transporteurs) in nicht zu kleinem Maßstab aufgetragen. Dann wählt man zuerst für die wichtigsten Punkte die zulässigen Kurvenhalbmesser, begrenzt die beizubehaltenden geraden Strecken und konstruiert durch Schnitt, Halbmesser-Verlängerung usw. die übrigen sich anreihenden Strecken. Es wird z. B. in b. c. d und e je eine Senkrechte errichtet. Sind alle Halbmesser bekannt (und in den Handriß eingetragen), so folgt die Absteckung nach der Einrückungsmethode mit Hilfe der berechneten und zusammengestellten Näherungswerte für b und p, wobei örtlich unvermeidliche Aenderungen bei den nachfolgenden Strecken zu berücksichtigen sind.

Fig. 13.

Legt man die Kurve zwischen den Schenkeln des von den zu verbindenden Geraden gebildeten Winkels an, so verkürzt man den Weg und steigert damit das Gefälle im Bogen und zwar um so mehr je kleiner der Radius ist. Eine Gefällserhöhung ist aber gerade in Kurven mit kleinem Halbmesser bedenklich, weil hier schon die Centrifugalkraft die richtige Leitung der Wagen erschwert. Man kann sich entweder dadurch helfen, daß man in der Kurve ein mäßiges Gefälle beibehält und die anschließenden geraden Strecken so viel stärker ansteigen läßt, als zur Ausgleichung des Höhenunterschiedes erforderlich ist. Oder aber man läßt die Kurve über die Winkelschenkel heraustreten und mit Tangenten und Gegenbögen wieder in die Wegrichtung einlenken. Ist in Fig. 14 der ursprüngliche Zug PST, wobei PS = ST = d, durch den Bogen a b c mit dem Radius r ersetzt, und bezeichnen wir den Winkel bei S — Wegscheitelwinkel — mit α, den zugehörigen Centriwinkel a m c mit β,

so beträgt die Verkürzung (V) $2d - \text{arc.}\,\beta = 2r \tan \frac{\beta}{2} - \frac{r\beta}{\rho}$! $\left(\rho = \frac{360^0}{\pi}\right)$. Sie wird beseitigt, wenn

$$\frac{R\beta}{\rho} = 2r \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} \beta$$

d. h. wenn ein Bogen von solchem Halbmesser (R) abgesteckt wird, daß er in seiner Entwicklung über die Schenkel des $\measuredangle \alpha$ hinausgreift, oder es berechnet sich, wenn der Bogen aus R (Bogen B) = 2d oder 2d + x, zur weiteren Gefällminderung werden muß, während $\frac{r\beta}{\rho} = b$ sich zu klein erwies, R aus $r \frac{B}{b}$ und wird so abgesteckt (Fig. 20):

Fig. 14.

Der durch den kleinen Bogen abc verkürzte Zug OPST . . tritt mit dem größeren Halbmesser Am = Cm als Bogen JBK über die Schenkel PS und ST und lenkt mit dem Halbmesser DJ = Fk beiderseits als Gegenbogen bei E und G in die Zugslinie zurück [1]). (Behufs dessen werden zwei Parallele zu OP und TU gezogen, mit dem Zirkel die Radien Am und DE gegriffen und die Schnitte bei D und F vollführt; mit DE zieht sodann der Zirkel die kleinen Gegenbogen EJ und GK zur Einlenkung in die Linien OP und TU).

§ 15. **Die kleinsten Bogenhalbmesser und ihre Wegbreiten.** Soll ein Wegzug gut fahrbar sein, so müssen die in demselben vorkommenden Kurvenstücke — Wendeplätze und Kehrrampen — mit genügend großem Radius konstruiert werden. Da jedoch die Kosten mit größerem Kurvenradius meist erheblich wachsen, weil in der Regel um so beträchtlichere Erdmassenbewegungen erforderlich werden, je größer der Radius einer Kurve wird, ist es von großer Wichtigkeit festzustellen, welches der kleinste Halbmesser ist, der den Ansprüchen des Verkehrs zu genügen vermag. Die Größe dieses Minimalradius ist abhängig:

I. Von dem verwendeten Transportmittel.
II. Von der Geländeform.
III. Von der Wegbreite.
IV. Von der Bestimmung des Weges.

In den folgenden Betrachtungen werden nur Kreisbögen berücksichtigt werden.

Zu I. Als Transportmittel kommen hauptsächlich in Betracht, der Leiterwagen, der Langholzwagen und die Waldeisenbahnen. Die beiden ersteren weisen je nach der Gegend sehr verschiedene Bauarten auf, die sich in der Spurweite, der Wagenbreite, Radhöhe und dem Abstand zwischen dem Vorder- und Hintergestell unterscheiden, und demgemäß auch verschiedene Kurvenradien erfordern.

Der Leiterwagen, 5—8 m lang, kann sein drehbares Vordergestell je nach der Radhöhe und dem Bau des Oberwagens um fast 90° oder mehr rechts oder links wenden, die Achse seines Hintergestells ist jedoch durch die Wagenwettern recht-

1) Verlangt es die Geländeform, so kann man auch den Bogen einerseits weniger (mit kleinerem r), anderseits mehr z. B. mit dem Zentrum in M entwickeln.

winklig fest mit der Lenkwiede (Langwiede) verbunden und muß in der Fortbewegung der Bahn des Vorderwagens folgen. Der kleinste Halbmesser r der Bahnkurven ergibt sich demzufolge aus der möglichen Seitenbewegung von CD nach ED ($\measuredangle \alpha$), bis die Vorderräder den Oberwagen streifen, und der Länge DF der Lenkwiede und berechnet sich, da $\measuredangle DJF = \measuredangle CDE = \alpha$ aus $DJ = r = DF : \sin \alpha$.

Zu voller Sicherheit darf jedoch $\measuredangle CDJ$ nicht größer als zu 120° angenommen werden; dann ergibt sich

wenn DF = 4 m 5 m 6 m

als kleinstes r: 8,0 10,0 12 m

für die freie Bewegung eines Zweigespanns auf voller Bahnbreite. Des grösseren Halbmessers bedarf es, wo beladene Wagen bergauf gehen müssen, damit sie volle Zugkraft entwickeln können.

Fig. 15.

Beim Langholzwagen gilt ähnliches, wenn der Hinterwagen, mit seiner Lenkwiede an die Stammholzladung gekettet, der Bahn des Vorderwagens folgen muß, es beträgt aber der Abstand zwischen beiden (= DL) 2/3 bis 3/4 der Stammlänge, also oft das 5—6fache von DF, wogegen die Seitenbewegung der Vorderräder bis unter die Drehschemel, auf welchen die Stämme liegen, gehen kann. Der geringste Bogenhalbmesser r würde sich für langes Stammholz berechnen auf:

32 m wenn $\measuredangle CDJ = 140$ und auf

48 m „ $\measuredangle CDJ = 120$ angenommen wird.

Mutet man jedoch dem Fuhrmann zu, die Ketten des Hinterwagens vor engen Bahnkurven zu lösen und die Lenkwiede in die Richtung FG zu bringen („lodern oder schwippen"), so vermag er sein Fuhrwerk in einem Wegbogen gehen zu lassen, dessen Halbmesser $r_1 = DJ_1 = \frac{DJ}{2}$ ist, denn $\measuredangle DFJ_1 = \measuredangle FDJ_1 = \beta$ und $\measuredangle FJJ_1 = \measuredangle JFJ_1 = \measuredangle CDE = \alpha$, also $FJ_1 = J_1J = J_1D$.

Die Zumutung der Lockerung bedeutet also bei schwierigem Gelände eine namhafte Ersparnis an Baukosten und Erleichterung in der Wahl der Wendplätze.

Zu beachten ist aber, daß die Zugkraft des Gespanns um so schlechter ausgenützt wird, je größer α wird, daß es sich also nicht empfiehlt, mit den Anforderungen n dieser Richtung sehr hoch zu gehen.

Viel günstiger liegen die Verhältnisse bei der Anlage von schmalspurigen Schienenwegen (Rollbahnen). Die dabei zur Verwendung kommenden Fahrzeuge haben zwei niedere Räderpaare mit 60—70 cm Abstand der Achsen, tragen inmitten ihres Rahmens eine Vertikalachse, um welche die aufzusetzenden Tragvorrichtungen freie Bewegung haben.

a) Die zur Förderung von Brenn- und Schnittholz etc. auf ein Wagenpaar aufgesetzten Plattformen, Mulden oder Tragkörbe lassen die Räderpaare der kurzen Wagen unter sich jede Drehung auf Schienenkurven von nur 5 m Halbmesser auslaufen und da die Wagen, wenn zu Zügen verbunden, eine bewegliche Kuppelung haben, so vermag auch ein ganzer Zug in kleinen Windungen und schmalstem Raum sich fortzubewegen.

b) Zur Förderung von Langholz wird über jeder Räderachse ein Drehschemel aufgesetzt; jener des Vorderwagens nimmt das dicke Stammende, derjenige des Hinterwagens den Stamm in 0,7 bis 0,8 seiner Länge auf. Bei dem Durchfahren von Kurven (siehe Fig. 16) bewegen sich

die Wagen fort, indem sie den Drehungen der Geleise folgen, während die Stämme auf ihren Schemeln sich wie Sehnenlinien über die Kurven legen. Ein 15 m langer Stamm $A_1 B_1$ liegt, wenn der Vorderwagen A_2 in die zweite Kurve von 5 m gelangt ist, mit B_2 noch in der ersten, mit B_3 ebenfalls, wenn A_3 die zweite verlassen hat. Ein langer Stamm vermag diese engen Kurven ebenfalls zu durchlaufen, doch droht die Möglichkeit einer Spannung in den Geleisen oder die Nötigung einer rückläufigen Bewegung in einzelnen Lagen. Namentlich aber ist offenbar, daß zu beiden Seiten so enger Kurvenzüge das Gelände auf 4—5 m frei sein muß. Für festliegende Bahnlinien wird daher mit Halbmessern unter 10 m nichts gewonnen; enge Gegenkurven werden zu vermeiden sein.

Fig. 16.

Zu II. Die Form des Geländes ist bestimmend dafür, ob die ganze Stammlänge oder nur ein Teil derselben bei Berechnung des Minimalradius berücksichtigt werden muß. Am ungünstigsten ist es, wenn die Kurve als vollkommener Einschnitt in Fels mit senkrechten oder nahezu senkrechten Wänden erstellt werden muß, weil dann der ganze Stamm sich immer nur über der Wegfläche bewegen darf. Günstiger schon sind konkave Kurven, bei denen die Böschung nur auf der Außenseite ½—1 füßig über die Ladehöhe der Wagen ansteigt, denn dann kann das letzte Stammende auch 1—1½ m über den äußeren Wegrand herausragen. Bei konvexen Kurven liegt die ansteigende Böschung auf der Innenseite, das ganze Stammende, das über die Hinterradachse hervorsieht, kann sich außerhalb der Wegfläche bewegen, es braucht für die Berechnung des Minimalradius nur der Abstand der beiden Achsen berücksichtigt zu werden. Das gleiche gilt von den freien Kurven, bei denen die Böschungen auf keiner Seite die Ladehöhe erreichen. Voraussetzung ist dabei, daß auch der Bestand nicht so hart an den Weg herantritt, daß durch ihn die freie Bewegung der Stammenden gehindert würde.

III. Wenn ein Langholzwagen eine Kurve mit kleinem Halbmesser durchfährt, so laufen die Hinterräder auch bei gleicher Achsenlänge nicht in der Spur der Vorderräder, sondern etwa weiter auswärts, der Weg muß also eine gewisse Breite besitzen. Nehmen wir nun an, die Kurve liege in einem Einschnitte mit senkrechten Wänden, so wird ein Stamm dann noch hindurchgeführt werden können, wenn die Mitte der Vorderachsen sich über der Wegmittellinie, das Stammende über dem Außenkreis bewegt, und der Stamm am Innenkreis tangiert.

Ist nun (in Fig. 17) BE = l, AC = r (Radius auf Wegmitte) ∢ BDC = 90°, und verlängert man EB bis F, so ist BF = EG. Der Kreis HJK, der den Mittelpunkt C und den Radius $(r + \frac{b}{4})$ hat, also AL halbiert, teilt EG in EH und HG, BF in BK und KF. Es ist dann EH = KF und BK = GH.

Die Differenz zwischen EH und HG (KF und KB) ist, wenn der Radius ein Mehrfaches der Breite, so gering, daß sie für unsere Zwecke vernachlässigt werden darf. Dann können wir BK = EH, oder an Stelle von EB (= l) HK setzen [1]).

1) Auf die Möglichkeit, auf diesem Weg eine Formel für den Minimalradius abzuleiten, hat mich mein Kollege Professor Dr. Haber hingewiesen. Der Fehler, den die Vernachlässigung des Unterschieds von EH und HG verursacht, beträgt nur 1—2%. Gehrhardt (A. F. u. J.-Z. 1892 pag. 109) kam auf anderem Wege zu der Näherungsformel $r = \frac{l^2}{6b} + 1$.

HK wird von CA halbiert und wir finden in dem Dreieck DCH:

$$DC^2 = CH^2 - HD^2$$

$$\left(r - \frac{b}{2}\right)^2 = \left(r + \frac{b}{4}\right)^2 - \frac{l^2}{4}$$

und hieraus für r die Näherungsformel

$$\text{I.}\quad r = \frac{l^2}{6b} + \frac{b}{8}$$

Fig. 17.

Die Größe $\frac{b}{8}$ wird dort, wo ein Graben längs des Weges hinzieht und die Böschungen ½füßig sind — konkave Kurven —, vernachlässigt und gesetzt werden dürfen

$$r = \frac{l^2}{6b}.$$

Bei konvexen und freien Kurven (Fig. 18) haben wir nur den zwischen den beiden Radachsen befindlichen Teil des Stammes in Rechnung zu ziehen. Dagegen kann nicht die volle Wegbreite angerechnet werden, weil die Mitte der hinteren Radachse sich nicht über dem Außenkreis hinbewegen kann, sondern etwa jenem Kreise folgt, der den Radius $r + \frac{b}{4}$ hat. Die Breite ist also nur zu $^3/_4$ b anzusetzen. Nennen wir den Achsenabstand a, so können wir r finden aus:

$$\text{II.}\quad r = \frac{a^2}{6} : \frac{3b}{4} + \frac{3}{32}b = \frac{a^2}{4{,}5b} + \frac{3b}{32}.$$

Der Achsenabstand wechselt mit der Bauart der Wagen und der Gewöhnung der Fuhrleute, ist daher gegendweise verschieden. Immerhin ist die Annahme zulässig, daß er bei langem Stammholz höchstens $^3/_4$ der Stammlänge beträgt. Setzen wir nun in Formel II für a $^3/_4$ l, so erhalten wir

Fig. 18.

$$\text{III.}\quad r = \frac{l^2}{8b} + \frac{3}{32}b.$$

Bei der Geringfügigkeit des Wertes $\frac{3}{32}$b wird in vielen Fällen die Näherungsformel $r = \frac{l^2}{8b}$ genau genug sein. Alle diese Formeln zeigen, daß die Größe des Radius wesentlich von der gewählten Wegbreite abhängig ist. Vielfach ist es ratsam, in der Kurve eine örtliche Verbreiterung eintreten zu lassen, um mit einem kleineren Radius auszureichen.

Zu IV. Die oben abgeleiteten Formeln für den Minimalradius entsprechen den Verkehrsverhältnissen der Holzabfuhrwege I. Klasse, sie setzen voraus, daß in der Kurve das Fuhrwerk gelodert wird und daß bei Begegnungen das eine Fuhrwerk vor Kurven mit kleinem Radius wartet, bis das andere die Kurve durchfahren hat. Auf öffentlichen, viel befahrenen Wegen

dürfen diese Voraussetzungen nicht gemacht werden, hier muß ein größerer Radius gewählt werden, der am besten durch Konstruktion unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse bestimmt wird [1]).

Auch bei den Holzabfuhrwegen sollte jedoch der Minimalradius nur dann gewählt werden, wenn dadurch eine wesentliche Kostenersparnis erreicht werden kann, da weitere Kurven den Verkehr erleichtern.

Uebersicht über die Beziehungen von Breite, Stammlänge und Radius.

l =	Einschnittskurven			Freie Kurven		
	20	24	32 m	20	24	32 m
m	Minimalradius = m					
b = 4	17,2	24,5	43,2	12,9	18,4	32,4
b = 5	13,9	19,8	34,7	10,5	14,9	26,1
b = 6	11,9	16,8	29,2	8,9	12,6	21,9

§ 16. Muß ein Wegzug irgendwo seine Richtung durch Umkehr in einem spitzen Winkel ändern, so muß nächst diesem Orte durch Verwandeln des Linienkomplexes in eine Kreisbogenlinie (oder mehrere) eine Rampe (Kehre) hergestellt werden, welche an beiden Enden durch Tangenten wieder einlenkt. Eine Rampe gestaltet sich am günstigsten und kostet am wenigsten, wenn sie auf einem Platz angelegt wird, wo die Bodenneigung gering ist und der Wendebogen sich gleichheitlich auf beide Schenkel des Winkels verteilen läßt. Dann erfüllt sie auch die Bedingungen der Fahrbarkeit am ehesten, wofür die kleinsten Halbmesser zuerst zu bestimmen und dann die Anschlußpunkte der einlenkenden Tangenten zu suchen sind.

Da die nämlichen Maßverhältnisse, wenn auch mit Schwankungen, öfter wiederkehren, so machte Ed. Heyer den zweckmäßigen Vorschlag, über die Maßverhältnisse, welche für verschiedene Größen des mittleren Halbmessers r, für die Ausmaße von Rampen nach außen und innen und bezw. die größten Stammlängen ohne und mit Lockerung der Lenkwiede sich ergeben, Tabellen aufzustellen [2]).

Ein Ab- und Zugeben in der Formung der Rampen ist weiterhin durch örtliche Verhältnisse, Rücksichten auf Ausgleichung des Gefälles, der Ab- und Auftragsmassen u. a. geboten.

Einseitig formen sich nicht selten die Rampen, um Bauschwierigkeiten, fremdes Eigentum und zu große Kosten zu umgehen. Namentlich ist auch zu beachten, daß bei sehr spitzem Scheitelwinkel die obere Bahn mit ihrer Auftragsböschung dem inneren Kronenrand zu nahe kommen kann. Kreuzen sich in C zwei Wegzüge, deren einer auf- und der andere absteigt, so muß die Rampenanlage den Fuhrwerken ebenso die Fortbewegung in einer Richtung wie die Wendung in die andere ermöglichen. Zu diesem Zweck muß bei C eine Ebene geplant werden, welche die Kronenränder ABG und DEF (Fig. 19) der beiden in gleicher Höhe zu bauenden Rampen verbindet und berg- und talseits selbst durch einen der Bodenform sich anschließenden oberen und unteren Böschungsrand (AD und GF) begrenzt ist. Es ist zweckmäßig, eine jede Fahrwegrampe, nachdem der Winkelzug mit einem Winkelmesser oder wenigstens mit der Kreuzscheibe und Längenmaßen aufgenommen ist, im Maßstab

1) Zur Berechnung kann die Formel $r = \frac{l^2}{2b}$ benützt werden.

2) Siehe dessen sehr beachtenswerte Entwicklungen im Thar. F. J. v. 1876 H. 1 u. A. F. u. J.-Z. von 1885 S. 365 u. ff.

von $\frac{1}{100}$—$\frac{1}{200}$ zu entwerfen, um sie dann unter Berücksichtigung der allgemeinen und örtlichen Verfahren durch Einzeichnung des Fuhrwerkes an verschiedenen Stellen einer Prüfung unterwerfen zu können. Nach Feststellung der Ausmaße kann dann die Kurve mittels Abszissen und Ordinaten ins Gelände übertragen werden.

Fig. 19.

§ 17. Die Kurvenabsteckung. Bei der Festlegung der Wegbögen im Gelände müssen so viele Punkte bezeichnet werden, daß über den Verlauf der Mittenlinie kein Zweifel entstehen kann.

Wo es sich um sehr stumpfe Winkel handelt, erfolgt die Ausgleichung im Gelände durch Absteckung flacher Bogen nach dem Augenmaß, nachdem sowohl die Zwischenpunkte der Gefälllinie als die anschließenden Tangentenstücke durch Aufstellung von Visierstäben kenntlich gemacht sind (Fig. 20). Stellt man sich nun auf dem vorletzten Punkt einer Tangente — etwa in B, oder H — auf, so ist leicht zu erkennen, um wie viel jeder der Zwischenpunkte DEF verlegt werden müsse, um einen fahrbaren Zug zu erhalten.

Fig. 20.

Stärker gekrümmte Bögen sollten aber stets sorgfältig konstruiert werden. Zur Absteckung korrekter Kreisbögen kann man gelangen, wenn entweder der Wegscheitelwinkel $\sphericalangle$ BSA $= \sigma$ in Fig. 21 oder der zugehörige Centriwinkel (γ) gemessen bezw. durch Koordinaten bestimmt ist.

Fig. 21.

Denn es ist $\gamma = \frac{180 - \sigma}{2}$ $\sphericalangle$ STD $= \delta = \frac{\gamma}{2}$ $\sphericalangle$ CTD $= \varepsilon = \frac{\sigma}{2}$. Ist nun die Tangente ST $= t$ oder der Radius CT $= r$ bekannt, so kann die fehlende Größe stets aus tang $\frac{\gamma}{2} = \frac{t}{r}$ ermittelt werden.

Ebenso erhalten wir die Länge der Sehne TT_1 aus: $\frac{s}{2} = \frac{TT_1}{2} = TD = r \sin \frac{\gamma}{2}$, und die „Pfeilhöhe“ ED $= p$ der Kurve aus $p = r - DC = r - r \cos \frac{\gamma}{2}$.

Kennt man nur die Länge von t und s, so kann p auf folgende Weise gefunden werden. Man zieht durch E die Parallele zu TT_1, d. h. die Tangente an den Kreis in E. Dann sind TM $=$ ME $=$ EN $= NT_1$ (Tangenten von einem Punkt) $= x$ und es gilt die Proportion $t : \frac{s}{2} = (t - x) : x$, wonach $\frac{st}{2} = x\left(t + \frac{s}{2}\right)$ und $x = \frac{st}{2t + s}$.

Zieht man dann auch noch MO parallel ED so ist MO = p und TO = $\frac{s}{2} - x$.
Somit $TM^2 = x^2 = p^2 + (\frac{s}{2} - x)^2$, daher $p^2 = sx - \frac{s^2}{4}$.

$$p^2 = \frac{s^2 t}{2t + s} - \frac{s^2}{4} = \frac{s^2}{4} \cdot \frac{2t - s}{2t + s}.$$

$$p = \frac{s}{2} \sqrt{\frac{2t - s}{2t + s}}.$$

Zwei weitere Punkte des Bogens F und F_1 erhalten wir, indem wir die Sehnen von E nach T und T_1 ziehen und in ihren Mittelpunkten eine Senkrechte errichten von der Größe $p_{,} = r - \sqrt{r^2 - \frac{a^2}{4}}$. Hierin bezeichnet a die Größe der Sehne ET = ET_1 und es läßt sich selbst berechnen aus $a = \sqrt{\frac{s^2}{4} - p}$. Analog ergibt sich für die Länge der Senkrechten p_2, die in der Mitte der Sehnen $a_{,} = TF = FE = EF_1 = F_1 T_1$ zu errichten sind, um 4 weitere Bogenpunkte zu erhalten: $p_2 = r - \sqrt{r^2 - \frac{a_{,}^2}{4}}$ usw.

Für die Werte von p, p_1, p_2, p_3, bei gegebener Tangentenlänge oder Radiusgröße und Scheitelwinkel (σ) lassen sich leicht Tabellen entwerfen.

Uebrigens ist auch das Näherungsverfahren zulässig p_1 gleich $\frac{p}{4}$ $p_2 = \frac{p_1}{4}$ zu setzen. Denn im $\triangle$ CDT ist $r^2 - (r - p)^2 = \frac{s^2}{4}$, in $\triangle$ TDE $a^2 - p^2 = \frac{s^2}{4}$ und in $\triangle$ CGT $\frac{a^2}{4} = r^2 - (r - p_1)^2$. Daraus folgt:

$a^2 = r^2 - (r - p)^2 + p^2 = 4r^2 - 4\,(r - p_1)^2$, oder $p = 4\,p_1 - \frac{p_1^2}{2r}$. Hier ist das letzte Glied so klein, daß es wohl vernachlässigt werden darf.

Analog erhält man für p_1 den Wert $4\,p_2 + \frac{p_2^2}{2r}$. Hierauf gründet sich die einfache „Viertelsmethode", bei der die Pfeilhöhe jeder neuen Folge einzuschaltender Bogenpunkte zu einem Viertel der vorhergehenden genommen wird. Sie ist für den Fall zu empfehlen, daß der Kurvenmittelpunkt unzugänglich oder das Gelände so stark geneigt ist, daß horizontale Messungen schwer auszuführen sind.

Ist dagegen der Mittelpunkt gut zugänglich und das Gelände flach, so ist für innere Kurven die „Radialmethode" zu bevorzugen (Fig. 22). Ist der Scheitelwinkel σ bekannt, so muß noch entweder die Tangentenlänge t oder der Radius r bekannt sein oder frei gewählt werden dürfen. Kennen wir t, so tragen wir es von S aus auf beiden Schenkeln ab und errichten in den Endpunkten (D und E) die Senkrechten. Deren Schnittpunkt ergibt den Mittelpunkt, von dem aus weitere Kurvenpunkte leicht eingemessen werden können. Ist der Radius r gegeben, so kann entweder t aus r : tang $\frac{\sigma}{2}$ berechnet oder konstruktiv gefunden werden, indem man in einem beliebigen Punkte des einen Winkelschenkels die Senkrechte errichtet, auf ihr r abträgt und durch den Endpunkt eine Parallele zu dem Schenkel legt. Zieht man nun noch die Winkelhalbierende, so muß deren Schnittpunkt mit der Parallelen den Mittelpunkt des Kreises bilden. Auch hier werden dann weitere Kurvenpunkte durch

Fig. 22.

S E σ A D B C

ausstecken des Radius erhalten. Die ganze Konstruktion kann sofort im Gelände ausgeführt werden.

Die Koordinatenmethode gibt für größere Absteckungen sichere und ausreichende Grundlagen. Aber im stark geneigten Gelände und bei der durch die Bäume verursachten geringen Uebersichtlichkeit eignet sie sich für Waldwegbauten selten.

Fig. 23.

Nach Messung oder Berechnung von $\measuredangle$ S ergeben sich, da

$$\measuredangle C = 180 - \measuredangle S,$$

Tangente FS $(= t) = r \operatorname{tg} \frac{1}{2} C$,

Sehne FH $(= 2s) = 2r \sin \frac{1}{2} C$,

Pfeil DE $(= p) = r\,(1 - \cos \frac{1}{2} C)$,

Bogenlänge FEH $(= b) = \frac{\measuredangle C}{360} 2r\pi = \frac{r \measuredangle C}{\rho^0}$

$$(\rho = \frac{360^0}{\pi}).$$

Diese in Kurventafeln aufzuschlagenden Werte für $r = 1$ sind nur mit dem gewählten Halbmesser noch zu vervielfachen. Zum Abstecken des Bogens in beliebiger Anzahl von Bogenpunkten, von der Sehne oder Tangente aus, sind noch zu berechnen bezw. in Kurventafeln aufzuschlagen:

Abszisse AF $(aF_1 \ldots) = a\,(a_1\, a_2 \ldots) = r \sin \frac{1}{2} C$ (bezw. $^1/_4$ C, $^3/_4$ C ...)

Ordinate AE $(ae \ldots) = O\,(0_1\, o_2 \ldots)$

$$= r\,(1 - \cos \tfrac{1}{2} C) = p \text{ (bezw. } ^1/_4\, C \ldots)$$

und für manche Fälle

der Scheitelabstand ES $(d) = \frac{p \text{ (od. o)}}{\cos {}^1/_2\, C}$

Die veröffentlichten Tafeln haben eine verschiedene Einteilung und verschieden große Winkelintervalle [1]).

Fig. 24.

Für wechselndes Gelände empfiehlt sich folgende Abänderung der Koordinatenmethode. Gehen wir — Fig. 24 — aus von einem Achsensystem TH und TY, wobei die erstere Achse in der Richtung der Tangente, TY daher in der des Radius verläuft, und denken uns den Bogen TK in 4 gleiche Teile zerlegt, so daß die Sehnen TD, DF, FJ und JK gleich lang, somit auch die zugehörigen Centriwinkel gleich sind, und fällen nun vom Endpunkt der Sehne TD auf die Tangente TEH die Senkrechte DE, so wird $TE = x$ die Abszisse und $ED = y$ die Ordinate des Bogenpunktes D. Ziehen wir durch D noch die Parallele zu TE: DH, so gelten folgende Beziehungen:

$$x = \sqrt{2ry - y^2} = \sqrt{y\,(2r - y)}$$

$$y = r - \sqrt{r^2 - x^2} \text{ und}$$

$$s = \sqrt{x^2 + y^2}$$

1) H. Kröhnke, Handbuch zum Abstecken von Kurven auf Eisenbahn- und Weglinien, 7. Aufl. Leipzig 1871, gibt für den Zentriwinkel von 0 bis 120° um 2 Min. wachsend in Tab. I Tangente, Kurve, halbe Sehne (Absc.), Ord. und Kurvenabstand und in Tab. II die Absz. und Ord. zur Absetzung äquidistanter Bogenpunkte für r = 10 bis 10 000.

Weiter ist ∢ CTD = ∢ CDT = ∢ CDF = ∢ CKJ . = 90° — α. Somit die Centriwinkel TCD, DCF, FCJ und JCK = 2α.

Verlängern wir nun die Sehne TD und fällen auf sie von F aus die Senkrechte FG, so ist auch ∢ FDG = 2α. Das gleiche gilt für die Winkel, welche entstehen, wenn wir DF und DJ verlängern.

Die Größe des ∢ α ist aber gegeben durch $\frac{x}{s} = \cos\alpha$ und $\frac{y}{s} = \sin\alpha$.

Für DG = g gilt: $DG = s \cdot \cos 2\alpha = s\,(\cos^2\alpha - \sin^2\alpha) = \frac{x^2 - y^2}{s}$, und

für GF = p: $GF = s \cdot \sin 2\alpha = s \cdot 2 \sin\alpha \cos\alpha = \frac{2\,yx}{s}$.

Die Werte von y . g . p für bestimmte Radien und verschiedene Werte von x können tabellarisch zusammengestellt, und auf Grund solcher Tafeln mit Kreuzscheibe und Meßlatte die Bogenpunkte aufgefunden werden. Es ergeben sich z. B. für r = 100:

Wenn x =	für y:	woraus g	woraus p	Wenn x =	für y:	woraus g	woraus p	Wenn x =	für y:	woraus g	woraus p
10	0,50	9,96	1,00	22	2,45	21,59	4,87	42	9,25	39,03	18,07
11	61	10,95	1,22	24	2,92	23,47	5,80	44	10,20	40,56	19,87
12	72	11,94	1,44	26	3,44	25,32	6,82	46	11,21	42,06	21,78
13	85	12,92	1,70	28	4,00	27,15	7,92	48	12,27	43,47	23,78
14	98	13,90	1,96	30	4,61	28,95	9,11	50	13,40	44,83	25,89
15	1,13	14,87	2,25								
16	1,29	15,85	2,57	32	5,26	30,72	10,38	60	20,00	50,60	37,95
17	1,46	16,82	2,91	34	5,96	32,46	11,74	70	28,59	53,99	52,94
18	1,63	17,78	3,25	36	6,71	34,16	13,20	80	40,00	53,67	71,55
19	1,82	18,74	3,62	38	7,50	35,83	14,72	90	56,41	46,30	95,60
20	2,02	19,70	4,02	40	8,35	37,45	16,35	100	100,00	—	141,4

Handelt es sich um flache Kurven, ist r also sehr groß, so kann an Stelle der genauen Methode auch das Näherungsverfahren, die „Einrückungsmethode“ treten. Denn dann sind die Winkel α und 2α (FDG) sehr spitz und es dürfen x, s und g ohne wesentlichen Fehler gleichgesetzt werden. Somit ergibt sich für p der Wert s . sin 2α, wofür unter diesen Bedingungen auch s . 2 . sin α gesetzt werden darf. p wird also = 2y, d. h. die Ordinaten sind bei gleichbleibender Abszisse x für den zweiten und die weiteren Kurvenpunkte doppelt so groß zu nehmen, wie für den ersten.

Fig. 25.

Soll z. B. in Fig. 25 aus der Richtung AB in jene ED übergegangen werden, so berechnen wir aus dem gegebenen Radius r und einer beliebig gewählten Abszisse a die zugehörige Ordinate b nach $b = r - \sqrt{r^2 - a^2}$. Sodann stecken wir von B aus gegen S zu a auf der Tangente ab, errichten in dem Endpunkt die Ordinate b und ziehen dann die Sehne von B nach 1, verlängern sie um die Abszisse a, und er richten hier die Ordinate p = 2b und wiederholen das Verfahren unter Beibehaltung der Ordinate

p bis die andere Tangente SE erreicht ist. Soll daselbst, anstatt in die gerade Verlängerung von Punkt 5 über E,

in den Bogen EF mit $r_1 = FC_1$ oder

„ „ „ EG „ $r_2 = GC_2$ übergegangen werden, so bedarf es, bei gleichem a, nur der neuen Bestimmung des größeren bezw. kleineren b und p und der gleichen Durchsteckung bis zum Bogenende.

Sollte der Kurvenzug einmal nicht den andern Schenkel erreichen oder ihn schneiden, so ist nur eine kleine Aenderung der Ordinaten b und p nötig, um den richtigen Anschluß herzustellen. Auch ohne Berechnung von b, d. h. ohne Kenntnis von r, kann die Absteckung versucht werden, doch wird dann meist erst der zweite Versuch mit berichtigtem b und p zum Ziel führen.

Die Einrückungsmethode ist nicht genau, aber förderlich und schmiegsam. Sie erlaubt auch, wenn die Geländeform es fordert (siehe die Rücken- und Talkurven in Fig. 7), das Verlassen des Kreisbogens durch stufenweises Steigen- und Fallenlassen von g oder besser p nach einem bestimmten Zahlengesetz, nach welchem der Bogen vom Scheitelpunkt in umgekehrter Zahlenfolge sich zurückwendet oder welches durch ein neues Zahlengesetz mit eintretender Aenderung der Geländekurve abgelöst wird.

Als weitere Näherungsverfahren, welche ohne Annahme eines bestimmten Radius den graphischen Weg einschlagen, seien noch erwähnt:

Die „Halbierungsmethode" und die „Methoden der Winkelteilung". Sie eignen sich jedoch nur für Einzelstrecken, wo eine Bogenverbindung zweier Geraden ohne Verlässigung über den Bogenhalbmesser und die Bogenform tunlich erscheint, z. B. um einen Bergvorsprung (Fig. 26): Wenn der Ursprung des Bogens beiderseits in M und N genommen, wird Sehne MN gegen die Mitte D von M und N her in n Teile zerlegt, auf jedem Teilpunkt eine Senkrechte errichtet und gegen innen beziffert (1, 2 . . . .), ebenso die Rückenlinie CE, nachdem das berechnete E angenommen oder aus örtlichen Gründen verlegt worden. Sind darauf von M und N gegen CE die Winkelteilungslinien M_1 M_2 . . . . Mn und N_1 . . . Nn gezogen, so liefern die Schnitte aus M_1 und I_1 bis Mn und In die Bogenpunkte a, b, . . . c, ebenso anderseits von N aus. Der Kreisbogen fällt hiemit nur zusammen, wenn das berechnete E beibehalten wurde.

Fig. 26.

Wo ein Instrument zur Messung von Horizontalwinkeln zur Verfügung steht, kann das von H. Fischer empfohlene Verfahren der Strahleneinmessung mit Vorteil zur Kurvenabsteckung angewendet werden. Es beruht darauf, daß die Länge einer jeden Sehne berechnet werden kann aus dem Durchmesser und dem Winkel, den die Sehne an ihrem Ausgangspunkt mit dem Durchmesser bildet (s = d cos y). (Forstw. Zentralbl. 1901 pag. 190 ff.) Aehnliche Methoden wurden auch von verschiedenen anderen Seiten vorgeschlagen.

IV. Die Aufnahme der Profile und die Berechnung der Ab- und Auftragskörper.

§ 18. Aufnahme der Quer- und Längenprofile. Ist die Wegmittenlinie festgelegt und die etwa durch Verschiebungen erforderlich gewordene Berichtigung des Gefällzugs auf einzelnen Strecken beendet, so werden in tunlichst gleichgroßen Abständen die Querprofile eingemessen. Von der Größe der erfolgten Verschiebungen hängt es ab, ob eine Neueinteilung der Strecke, mit der dann auch ein erneutes Einmessen von Niveaupfählen verbunden ist, notwendig wird, oder ob die alte Einteilung beibehalten werden darf. In der Regel wird eine Neueinteilung nur in den Kurven mit mittlerem und kleinem Radius erforderlich sein. In den Kurven muß tunlichst nach dem Bogen — nicht dem Sehnenverlauf — gemessen werden,

es sei denn, daß die Querprofile in ganz kurzen Abständen aufgenommen werden.

Die Querprofile sind senkrecht zum Wegzug zu stellen und so breit zu machen, daß sicher die ganze Baufläche und womöglich jederseits noch ein weiterer Streifen von ca. 2 m Breite darin enthalten ist.

Die Aufnahme kann mit einem Nivellierinstrument oder auch lediglich mit Meßlatten, Senkel und Libelle erfolgen, sie schließt an den Höhenpfahl an, der das Niveau der Wegkrone angibt, und soll durch Einmessung der horizontalen und vertikalen Abstände die Lage des Mittenpunktes der Weglinie und der Gefällbrüche der Geländelinie feststellen. Fehlen letztere, so genügt die Aufnahme des Geländeverlaufs in Abständen von 3 zu 3 m. Die Einmessung der Kanten -(und gar der Auslaufs-)punkte ist nicht nötig.

Die Protokollierung der Aufnahme geschieht am besten graphisch (Fig. 27) unter Eintragung aller Längen und Höhen mit Zahlen parallel den entsprechenden Linien. Wichtige Eigenheiten der Baustelle werden in der Zeichnung angemerkt. Als Maßstab für Höhe und Länge nimmt man 1 : 100 oder höchstens 1 : 200. Die Benutzung von Millimeterpapier erleichtert die Arbeit wesentlich.

Fig. 27.

Fig. 28.

Zu Hause werden die Geländeprofile ins Reine gezeichnet und dann das Normalprofil des künftigen Weges einschließlich der Böschungen eingetragen. Bei größeren Arbeiten verwendet man dazu mit Vorteil eine Musterform (Schablone) aus starkem Papier, Pappstoff, Celluloid oder dünnem Blech, welche im gleichen Maßstabe die Baulinien: Wegkrone, Seitengräben, Böschungen darstellt, und ausgeschnitten oder nur durchstochen, Fig. 28, in AB die Wagelinie, CD die Wegachse, in deren Schnitt mit AB die Wegmitte, in a und b die beiderseitige Straßenkante, in den durch a und b ziehenden Neigungslinien die Böschungseinrichtungen, in den Parallelen zu AB, GD und DH die Grabenprofile gibt.

Die Einzeichnung der Gräben ins Normalprofil ist streng genommen überflüssig, da ihr Inhalt in der Regel für sich ermittelt wird — nur ihre obere Breite muß berücksichtigt werden — ganz unzweckmäßig ist die Eintragung der Wegwölbung, denn sie macht nur das Bild unklar.

§ 19. Die zwischen den Linien des Gelände- und jenen des Normalprofils gelegenen Flächen stellen die Querschnitte des Auf- und Abtrags an den einzelnen Stationen dar, aus denen die aufzuschüttenden und die zu lösenden Erdmassen ermittelt werden können. Dazu ist zunächst die Berechnung der Querschnittsflächen selbst nötig. Näherungsverfahren sind durchaus berechtigt, da ja der Verlauf des Geländes zwischen den einzelnen Punkten der Querprofile und zwischen zwei aufeinanderfolgenden Profilen kein gleichmäßiger ist.

Solche sind: 1. Man denkt sich die Flächen der im Maßstab 1 : 100 auf Millimeterpapier aufgetragenen Querprofile durch die senkrechten Zentimeterlinien in Trapeze zerlegt, wobei der Verlauf der Geländelinie zwischen zwei aufeinanderfolgenden Senkrechten als gleichmäßig angenommen wird. Da die Trapeze die gemeinsame Höhe 1 (1 cm in der Zeichnung = 1 m in natura) haben, ergibt sich ihr Inhalt aus der Summe der Parallelseitenmittel oder der Summe der in halber Höhe gezogenen Senkrechten, denn diese entspricht der mittleren Grundlinie. Diese Summe kann graphisch ermittelt werden, indem man die Mittelsenkrechten mit dem Zirkel abgreift und hintereinander auf einer Geraden abträgt. Die Gesamtlänge ergibt dann den Inhalt in qm. Am Ende übrig bleibende kleine Flächen müssen für sich berechnet und ihr Inhalt dann jener Summe zugefügt werden. Liegt zwischen zwei der Senk-

Fig. 29.

Abtrag: 1 (ik + mn + op + rq) + Δxly

$$\left.\begin{array}{l} iq = 3{,}83 \\ \Delta xly = \frac{0{,}5 \cdot 0{,}5}{2} \quad 0{,}12 \end{array}\right\} = 3{,}94 \text{ m}$$

Auftrag: 1 [ab + cd + ef + gh] + Δstv

$$\left.\begin{array}{l} ah = 2{,}20 \\ \Delta stv = \frac{0{,}4 \cdot 0{,}47}{2} = 0{,}09 \end{array}\right\} 2{,}29 \text{ qm.}$$

rechten ein Gefällsbruch, so erfolgt Ausgleich nach dem Augenmaß oder ebenfalls die selbständige Berechnung des überschießenden Stückes (Fig. 29).

2. Auszählung der großen und kleinen Quadrate des Millimeterpapiers oder eines aufgelegten durchsichtigen Quadratnetzes mit Abschätzung der Reste.

Fig. 30.

3. Zerlegen in mehrere Dreiecke, deren Höhe und Grundlinie man mißt.

4. Umwandlung der ganzen Figur in ein Dreieck oder Trapez.

5. Die Anwendung eines Planimeters.

6. Die gutächtliche Streckung unregelmäßiger (z. B. wellenförmig gebuchteter) Profile und nachfolgende Berechnung aus den cotg des Gelände- und Böschungsprofils (Fig. 30):

Es sei aus der Wagrechten m und der Höhe n $\cot \delta = \delta$ bestimmt, $\cot \beta$ durch Wahl des Böschungsverhältnisses (β), $AC = b$, $BD = h$, so wird, da $h\delta = b + h\beta$,

$h = \frac{b}{\delta - \beta}$, der Inhalt $i = \frac{bh}{2} = \frac{b^2}{2(\delta - \beta)}$ und wenn b um $+x$ sich ändert,

$$\text{das} \begin{Bmatrix} \text{größere} \\ \text{kleinere} \end{Bmatrix} J = \frac{(b \mp x)^2}{2(\delta - \beta)},$$

welche Rechnung talseits wie bergseits die gleiche ist [1]).

Bei Ab- oder Auftragskörpern, welche beiderseits mit Böschungen begrenzt sind, ist die Rechnung aus B, H, h und β ebenso einfach, es ist $J = \pm \frac{1}{2} B (H + h) + Hh\beta$.

Die Aufstellung von Tafeln, welche für eine durchschnittliche Neigung des Geländes, eine bestimmte Auf- oder Abtragsbreite und einen gewissen Böschungsgrad (β) die Auf- oder Abtrags-Querfläche in □m angeben, sind ein schätzenswertes Hilfsmittel, wenigstens für vorläufige Ueberschläge.

Sind die Flächen der Querprofile ermittelt, so gelangt man durch die Vorstellung, die Profilebenen seien parallel, weil alle senkrecht stehen, zu der weiteren, daß der ganze Erdkörper durch die Profilschnitte vom Abstand $d_1\ d_2 \ldots . d_n$ in prismatische Teile zerlegt sei, deren erster die Fläche des Randschnitts G_0 und des Teilschnitts G_1 zur Begrenzung habe, daher K_1 (Kubikinhalt) $= d_1 \frac{G_0 + G_1}{2}$ sei. Demgemäß besteht der Gesamtkörper Σ (K) aus der Summe $K_1 + K_2 + \ldots + K_n$ und man erhält:

$$\tfrac{1}{2} [d_1 (G_0 + G_1) + d_2 (G_1 + G_2) \ldots . + d_n (G_{n-1} + G_n)]$$

oder

$$\tfrac{1}{2} [G_0\, d_1 + G_1 (d_1 + d_2) + \ldots . + (G_n\ d_n)]$$

woin das erste und letzte Glied = 0, wenn der Wegzug auf einer Ebene (oder auf einem fertigen Weg) beginnt und endigt.

Ist Abstand $d_1 = d_2 = d_3 \ldots .$, so vereinfacht sich der Ausdruck zu

$$\Sigma (K) = d \left(\frac{G_0}{2} + G_1 \ldots + G_{(n-1)} + \frac{G_n}{2} \right)$$

für den ganzen Wegzug oder einen Teil desselben, für die Gesamtheit der Abtrags- und getrennt davon für jene der Auftragsprofile.

Diese Rechnungsweise eignet sich gerade für solche Körper von ausgeprägter Längenerstreckung, wie Wege, Dämme, Gräben (auch Mauerwerk) sehr gut und empfiehlt sich durch ihre Kürze und Einfachheit. Wo aber die zuerst angenommenen Abstände zu große Unsicherheit drohen, können Zwischenprofile nach Belieben eingeschaltet werden.

Auch die Krümmungen der Straßenachse hindern nicht, da die Einbiegungen nahezu den Ausbiegungen gleichkommen und die Straßenachse meistens die Wegmitte einhält. Beim Durchschneiden rundlich geformter Bergrücken und Hügelzüge wie beim Ueberdammen von eingebuchteten Tälern könnte übrigens auch, wenigstens für eine wichtigere Teilstrecke mit einem Anfangs-, Mitten- und Endprofil (G , γ und g), die Formel Simpsons, welche für ein Prismatoid die beste Rechnungsweise liefert, angewendet werden:

$$K = \frac{d}{6} (G + 4\gamma + g)$$

Eine genauere Berechnung ist für Felsensprengungen erforderlich. Man sucht dazu die freigelegte Felsenmasse, soweit sie über das Normalquerprofil des Weges hervorsteht, in Teile zu zerlegen, die regelmäßigen geometrischen Körpern annähernd entsprechen.

---

1) Siehe C. f. d. g. F. 1879 Märzh. S. 121—128; ferner zwei Verfahren, um Tafeln darauf zu gründen, bei Dr. Ed. Heyer, Tafeln z. Erdmassen-Berechn. beim Bau der Waldwege, Berlin u. Leipzig 1879; Dr. F. Grundner, Taschenbuch zu Erdmassenberechnungen, Berlin 1884.

Schon bei der Absteckung muß berücksichtigt werden, daß beim Bau kein Ueberschuß oder Mangel an Material entsteht, da die Unterbringung bezw. Beschaffung desselben Kosten verursacht. Dabei ist zu bedenken, daß der Abtragskörper i. F. der Lockerung dauernd mehr Raum beansprucht als in der ursprünglichen Lagerung. Es ist daher anzustreben, daß die Wegmittellinie im Allgemeinen außerhalb des Geländes liegt. Die Größe der dauernden Volumenvermehrung schwankt sehr je nach der Bodenart, sie ist am geringsten bei Sand (1—1,5 %) am größten bei Felsen (8—12 %), für ihre Veranschlagung müssen örtliche Erfahrungen benützt werden.

Bei gleichmässigen Geländeformen kann schon nach dem Augenmaß die Ausgleichung von Ab- und Auftrag annähernd erreicht werden. Sicheren Aufschluß gibt erst die Massenberechnung, welche man am besten in Abteilungen vornimmt, wie sie nachher als Arbeitslose sich beibehalten lassen. Zeigen sich dann nur örtliche und kleine Abtragsüberschüsse oder Mängel, so können flacherer oder steilerer Anzug der Böschungen, Wegverbreiterungen zu Ausweiche-, Schotter- oder Lagerplätzen, Erweiterung der Seitengräben, Materialbeischaffung von Oedungen oder Steinbrüchen (Schutthalden), Abfuhr von Ueberschuß zu Kulturverbesserungen (z. B. Uebererden von Sumpfstellen) Abhilfe bringen.

Fig. 31.

Das Maß der Veränderung an den Böschungen muß ebenfalls wie die Ausgleichung überhaupt berechnet werden, um wirklich den Zweck zu erreichen.

In Fig. 31 zeige der Unterschied der Kubikinhalte zweier Abtragskörper I—i mit ihren um x höheren oder niedrigeren Böschungen den zu beseitigenden Ueberschuß oder Mangel an Abtrag an, dessen Größe I — i = U sei. Daraus ergibt sich, da die Flächendifferenz $\triangle$ jedes Querprofils, dessen Höhe h oder $h \pm x$,

$$= \pm x \cdot \frac{b}{2} \text{ bezw. } \pm x \cdot \frac{B}{2} \text{ ist,}$$

die Gleichung für die Streckenlänge d

$$U = \frac{d}{2} \cdot x \cdot \frac{b+B}{2} \text{ und}$$

$$\pm x = \frac{U}{{}^1/_4\, d\, (b+B)}$$

d. h. der Betrag, um welchen die Böschungskante hinauf- oder hinabrücken muß, ergibt sich durch Division in den Ueberschuß mit dem halben Produkt aus der Streckenlänge und der mittleren Abtragsbreite.

Aehnlich läßt sich das neue Böschungsverhältnis β_1, wenn es vorher β_0 und der Neigungswinkel des Bodens δ war, auch unmittelbar ableiten. Wenn nämlich

$$i = \frac{b^2}{2(\delta - \beta^0)} \text{ war und } I = \frac{b^2}{2(\delta - \beta^1)} \text{ werden soll,}$$

so wird (aus $U = \frac{b^2}{2(\delta - \beta^1)} - i$)

$$\beta^1 = \delta - \frac{b^2}{2(U+i)}.$$

Die Ausgleichung kann auch am Auftragskörper stattfinden oder auf beide verteilt werden.

Ist aber der Massenunterschied groß und reichen daher jene Mittel zu seiner

Beseitigung nicht aus, so schreitet man zu Verschiebungen der *Straßenachse*. Je nach der Sachlage geschieht dies entweder

I. durch *Hebung oder Senkung* der abgesteckten Gefällinien, so namentlich, wenn die angenommene Richtung eingehalten werden muß (Grenz-, Schneisenlinien, Talengen) oder

II. durch *seitliche Verschiebung*, wenn an Berghängen lieber die Zugslinie als das Gefälle geändert wird.

Die senkrechte, wie die seitliche Verschiebung braucht keine parallele zu sein, kann vielmehr von einem oder mehreren Punkten gegen andere von 0 bis x steigend bewirkt werden.

§ 20. Ueberschreitet ein Wegzug erst als Aufschüttung ein flaches Tal und durchschneidet dann einen Hügel (Fig. 32), so wird eine parallele $\left\{\begin{matrix}\text{Senkung}\\ \text{Hebung}\end{matrix}\right.$ der ganzen Gefällinie den Auftrag $\left\{\begin{matrix}\text{vermehren}\\ \text{vermindern}\end{matrix}\right.$, den Abtrag aber $\frac{\text{vermindern}}{\text{verstärken}}$. Bei dem Anfang (AB) muß jedoch die Höhenlage unverändert beibehalten werden, wegen des Anschlusses an die vorhergehende Wegstrecke. Es ändern sich also nur die Profile ECDF, GH, JKLM.

Fig. 32.

Bezeichnen wir den Massenunterschied mit U und die Weglänge mit L, so ist jene Lage der Gefällinie zu suchen, bei der die Querprofilflächen eine um den Betrag $\frac{U}{L}$ kleinere Differenz aufweisen als die ursprünglichen. Nehmen wir z. B. an, in dem durch Fig. 32 dargestellten Fall bestünde ein solcher Massenüberschuß U, so wird derselbe beseitigt sein, wenn wir auf die Wegoberfläche ABDHLKGCA einen keilförmigen Erdkörper von dem Inhalt U aufgesetzt denken, dessen Schneide in der Linie Ab, dessen Basis bei KL liegt. Die Höhe seiner Basis wird, da die Länge unverändert bleibt, nur von der durchschnittlichen Breite des Körpers abhängen.

Eine allgemeingültige Formel läßt sich unter der Annahme, daß das Böschungsverhältnis überall gleich sei, auf Grund folgender Ueberlegung ableiten.

Fig. 33.

Nehmen wir an, Fig. 33 stelle das mittlere Profil einer Wegstrecke dar, in welcher sich ein Auftragsüberschuß von U cbm ergeben habe. Dieser sei beseitigt, wenn die Wegachse um den Betrag $AB = DJ = FK = x$ tiefer gelegt wird, d. h. wenn ein Körper mit dem Querschnitt OADEHJBO mehr abgegraben und ein solcher mit dem Querschnitt OKLGFAO weniger aufgeschüttet wird. Die Summe dieser beiden Flächen finden wir aus: DJKF + HEDJ + KFLG. Es ist aber $DJKF = DF \times x$.

$\triangle HEP \backsim \triangle LMG$, und da $EP = GM = x$ auch $\triangle HEP \cong \triangle LMG$.

Somit $HEDJ - HEP + LGM + KFLG$ oder $EDJP + KFGM = HEDJ + KFLG$. EDJP ist $= 2 \cdot \frac{x}{2} ND = xND$; und $KFGM = x \cdot FR$.

Die Summe beider Querschnitte ist also $= x\,(DF + ND + FR) = x \,.\, NR$.

Und der Ueberschuß $U = l \,.\, x \,.\, NR$. Daher $x = \frac{U}{l \,.\, NR}$.

NR ist die Bauflächenbreite, die sich aus der Wegbreite und der Ausladung der Böschungen nach oben wie unten zusammensetzt.

Man ermittelt demnach die Hebungs-(Senkungs-) Höhe, indem man den Mangel oder Ueberschuß durch die Baufläche dividiert.

Für ein längeres Wegstück mit gleichen Stationslängen (l) ermittelt man zunächst aus den Querprofilen die Bauflächenbreiten: B_0, B_1 usw. Dann wird

$$x = \frac{U}{l \,.\left(\frac{B_0 + B_n}{2} + B_1 + B_2 + B_3 + + + B_{(n-1)}\right)}$$

Sind die Stationen ungleich lang, so ist die Berechnung durchzuführen nach

$$x = \frac{U}{\frac{B_0 + B_1}{2}\, l_1 + \frac{B_1 + B_2}{2}\, l_2 + + + + \frac{B_{(n-1)\,n} + B_n}{2}\, l_n}.$$

Bei langen Strecken genügt in den meisten Fällen eine Hebung oder Senkung um einige Zentimeter zur Beseitigung beträchtlicher Massendifferenzen. Der Uebergang in die Anschlußstrecken verursacht dann keine Schwierigkeiten. Sollte x über 0,2 m hinausgehen, so wird der Uebergang innerhalb mehrerer Stationen bewirkt, um allmählichen Gefällswechsel zu erreichen.

Die Ausgleichung kann auch dadurch erreicht werden, daß man nur den einen Endpunkt oder einen Zwischenpunkt um den doppelten Betrag — um 2x — hebt oder senkt, den andern Endpunkt oder beide festhält. Die Größe der Niveauänderung an den übrigen Zwischenpunkten wird entweder graphisch — aus dem Längsprofil — oder nach folgender Proportion ermittelt:

$$y_1 : 2x = l_1 : l_x.$$

Hier bedeutet l_1 die Länge vom festgehaltenen Anfangspunkt zu dem Profil 1, lx jene bis zu dem um 2x gehobenen Profil, y_1 die gesuchte Niveauänderung. Mit diesem Verfahren ist natürlich eine Aenderung des Gefälles verbunden. Sie ist aber meist gering und wird daher immer zulässig sein, wenn nicht schon zur ersten Absteckung das äußerste Maximalgefälle benutzt wurde.

Fig. 34.

R P b C a D F F G N S T

§ 21. Ist eine Aenderung des gewählten Gefälles unrätlich, so wird man die Massenausgleichung durch eine seitliche Verschiebung der Wegachse entweder parallel (berg- oder talwärts) oder mittelst Abänderung der Kurvenhalbmesser zu erreichen suchen.

In Fig. 34 soll das Querprofil $CED = \frac{ah}{2}$ im Abtrag und $CTR = \frac{bH}{2}$ im Auftrag, dem ursprünglichen Linienzug entsprechen. Die Massenberechnung führte für die Strecke l mit diesem mittleren Querprofil zu der Ungleichung

$$l\,\frac{ah}{2} < l\,\frac{bH}{2}$$

Die Ausgleichung würde erreicht sein wenn $l\left(\frac{ah}{2} + EDFG\right) = l\left(\frac{bH}{2} - PSTR\right)$ ist. Nennen wir die hiezu nötige Verschiebung x (= DF = PR), so ist

$$a + x = b - x \text{ und } x = \frac{b-a}{2}$$

Es gilt aber im Zweistrahl TG/RF die Proportion $a:b = h:H$, daher ist $aH = b\ h$.

Der Massenunterschied U entsteht aus $l\frac{bH}{2} - l\frac{ah}{2}$.

$$\frac{U}{l} = \frac{bH}{2} - \frac{ah}{2} = ½\ (b\,H + b\,h - a\,H - a\,h)$$

$$\frac{U}{l} = ½\,\big(b\,(H+h) - a\,(H+h)\big) = \frac{b-a}{2} \cdot (H+h) = x\,(H+h).$$

Somit $x = \frac{U}{l\,(H+h)}$.

d. h. die Größe der seitlichen Verschiebung ergibt sich aus der Division des Ueberschusses durch das Produkt aus der Weglänge und der Summe der oberen und unteren Böschungshöhe.

Ist diese einfache Ausgleichungsrechnung auf eine Reihe von Profilen auszudehnen, so ergibt sich bei Gleichheit der Einzelstrecken = l, wenn die Summen der Böschungshöhen in den einzelnen Profilen mit $S_0\ S_1 \ldots . S_n$ bezeichnet werden

$$x = \frac{U}{l\left(\frac{S_0 + S_n}{2} + S_1 + S_2 + + S_{n-1}\right)}.$$

stets mit Minderung der Abtragsbreite a um x, wenn Abtrags-Ueberschuß zu beseitigen ist.

Zu einer nur beiläufigen Ausgleichung genügt es, die durchschnittliche Größe von S zu ermitteln und mit der ganzen Weglänge zu vervielfachen.

Bei der Wahl zwischen Verfahren I und II wird ersteres bei schwacher Neigung des Bodens und vielfachen Wechseln mit Gegengefällen, oder wo die ursprüngliche Wegachse beibehalten werden muß, wie z. B. auf Grenz- und Schneisenlinien den Vorzug verdienen. An Gebirgshängen ist die seitliche Verschiebung sachdienlicher, weil man leichter die Kurvenzüge als die Gefälle ändern wird.

§ 22. Da die ersten Aufnahmen oft noch Veränderungen erfahren, entwirft man die Zeichnungen nur in Bleistift, nämlich

a) den Grundriß, b) die Querprofile, c) das Längsprofil, d) die einzelnen wichtigeren Bauteile.

Am Grundriß werden Aenderungen nur im Falle seitlicher Verschiebung der Zugslinien durch Regelung der Kurven und durch Massenausgleichung nötig. Die endgültige Straßenachse, die Kronenbreite und abzuräumende Baufläche, die Halbmesser der Kurven, die Loseinteilung, die Rampen und Wendplätze des Wegzugs, die Bergeinschnitte, Talüberschreitungen, Ueberbrückungen, die berührten Niederlassungen usw. kommen in ihm zur Darstellung.

Zu seiner Schonung verfertigt man für den Gebrauch während der Bauarbeiten Kopien, entweder mittelst Tuschzeichnung auf aufgelegtes Pauspapier, welches nachher aufgezogen wird, oder auf glatte, dafür vorgerichtete Leinwand etc.

Ueber größere Wegzüge, Wegnetzteile, läßt man Uebersichtspläne im Maßstab von 1 : 20 000 bis 40 000 mit dem sog. Storchschnabel (oder dem Reduktionszirkel oder -Maßstab) anfertigen, einzelne Bauteile wie Rampen, Brücken und Durchlässe im Maßstab von 1 : 100—500 auf besondere Blätter zeichnen und die Ausmaße beifügen.

Das ursprüngliche Längsprofil ändert sich bei Hebung oder Senkung der Wegachse nur insoweit, als die Projektlinie gegen die Geländeoberfläche verschoben wird, um x höher oder tiefer zu liegen kommt. Wurde dagegen eine seitliche Verschiebung vorgenommen, so liegt die Projektlinie nunmehr über einem anderen Geländeabschnitt und strenggenommen wäre daher eine neue Aufnahme durchzuführen. Wenn aber keine starken Gefällsbrüche, besondere Bauschwierigkeiten, Wegeinmündungen, Ueberbrückungen und dergl. auf den Zwischenstrecken zwischen zwei Querprofilen vorkommen, können die zu einer Neuzeichnung erforderlichen Angaben sehr wohl den Querprofilszeichnungen entnommen werden. In das definitive Längsprofil sind einzutragen: die Längen der Einzelstrecken, die Höhen über dem Anfangspunkt, das Gefälle, die Höhe der Auffüllungen und die Tiefe der Abgrabungen, Boden- und Kulturart, Eigentum, Weganschlüsse, Wasserläufe, Dohlen etc., kurz alles, was für die Beurteilung des Projektes von Bedeutung sein kann.

Die Querprofile sind nach der erfolgten Massenausgleichung zu berichtigen, indem das Normalprofil in seiner endgültigen Lage eingezeichnet und nunmehr mit Tusche ausgezogen wird. Ungültige Teile der früheren Darstellung sind der Uebersichtlichkeit wegen zu beseitigen, will man sie aus irgend einem Grunde erhalten, so empfiehlt es sich, die ganze Zeichnung zu wiederholen. Die Zahlen für die eingemessenen vertikalen und horizontalen Abstände sind einzutragen, da sie für die Baukontrolle wichtig werden können.

Die abgeänderten Querprofile werden dann neu berechnet, ebenso die Massen des Auf- und Abtrags, da sich auf sie der wichtigste Teil des Kostenvoranschlags stützt.

S § 23. Die Baufläche muß vor Einleitung der Arbeiten vom Holzbestand geräumt werden. Dabei greift man an der Bergseite etwa einen Meter über den künftigen Böschungsrand hinaus, um ein Nachstürzen von durch die Bauarbeiten an den Wurzeln beschädigten Stämmen zu verhüten.

Der Abräumung folgt der *Lattengestellbau* (die Stangengerüstung, Profilierung).

Die Lattengestelle dienen dazu, beim Bauen den Arbeitern die Baulinien: die Wegrichtungen, Höhen über, Tiefen unter dem Boden, Gefälle, Kronenbreite, Böschungen deutlich vorzuführen und ihnen wie dem Bauaufseher den nötigen Anhalt zu gewähren.

Fig. 35.

Sie bestehen, wie Fig. 35 zeigt, aus senkrecht in der Wegmitte und an beiden Kronenrändern in den Boden eingetriebenen Latten (oder Stangen) ab, d, e . . ., welche in der Weghöhe wagrecht abgesägt und mit schief (in der Böschungsrichtung) eingetriebenen Seitenstücken ac, fg durch Zusammennageln verbunden werden. Ihre Errichtung findet an jedem (oder jedem zweiten) durch Nivellieren eingerichteten Aufstellpunkt statt und ist mit erneutem Einrichten vorwärts und rückwärts (von a nach n und q) mit Visierkreuzen, sowie seitwärts (von a nach d und f) mit Wage und Richtscheit verbunden. Die förmliche Darstellung der Abtragprofile (d e fg) durch Lattengerüste erfordert sehr viel Zeit, sie kann in der Regel unterbleiben, denn es genügt, den oberen

Böschungsauslauf durch Pfähle zu bezeichnen. Jedoch gewähren förmliche Bodeneinschnitte in etwa 1 m Breite als sog. Musterstücke oft wertvollen Aufschluß über die Beschaffenheit des Bodens und die Größe der Baukosten.

Verloren gegangene Punkte werden bei der Profilierung wieder neu eingerichtet, wozu früher angebrachte Rückmarken gute Dienste leisten [1]).

V. Die Wegbau-Arbeiten.

A. Der Erdbau.

§ 24. Die Bauarbeiten beginnen mit der Beseitigung der Bodendecke und Stöcke auf der durch die Pfähle begrenzten Baufläche. Denn da diese Materialien rasch verfaulen, dürfen sie nicht in den Wegkörper eingebaut werden, sonst entstehen Senkungen, die wieder Nachfüllungen erforderlich machen. Rasen wird mit sorgsamer Schonung der Faserwurzeln abgehoben und an einer schattigen Stelle aufbewahrt, um ihn später zur Eindeckung der Böschung verwenden zu können. Wo Steine nicht im Ueberfluß zur Verfügung stehen, werden die auf der Baufläche liegenden gesammelt und bis zur Errichtung des Fundamentes seitwärts der Böschungen aufgesetzt. Die eigentlichen Bauarbeiten zerfallen in:

1. Erd- oder Grabarbeit d. i. Loslösung der verwitterten Bodenteile durch Einsetzen eines schneidenden Geschirrs, welches den Zusammenhang aufhebt,
2. Brech- und Hebarbeit d. i. Zertrümmern oder Losbrechen der auf und in dem Boden befindlichen größeren Gesteinsmassen durch Keil und Schlegel,
3. Sprengarbeit d. i. Zerkleinern von Felsen und zähen Baumstöcken durch Anwendung von Sprengmitteln nach erfolgtem Anbohren,
4. Entwässerung der Baufläche, Ableitung störender Zuflüsse — Beseitigung von Torfmassen,
5. Förderarbeit d. i. Werfen mit der Schaufel, Tragen oder Aufladen auf Fahrzeuge und Abführen auf denselben,
6. Schichtungs- und Ebnungsarbeit d. i. Aufbau der Auftragskörper und regelmäßige haltbare Herstellung aller Bauflächen,
7. Herstellung dauernder Wasserableitungen.

Das richtige Ineinandergreifen der einzelnen Arbeiten bedingt wesentlich den Arbeitserfolg des Uebernehmers, seinen Verdienst. Die Sorge hiefür wird bei der meist üblichen Akkordarbeit ihm überlassen bleiben aber auch durch die Kontrollbeamten dafür gesorgt werden müssen, daß er nicht durch Verzögerung der notwendigen Nachmessungen aufgehalten wird.

Leichter Sand oder Ackerboden wird mit der Schaufel aufgehoben,

bindige Erde (Lehm, sandiger Tonboden, Kalk-, Mergelboden) mit dem Spaten abgestochen,

strenger Ton, zäher Kalkboden, mit der Breithaue, steiniger, durchwurzelter Boden mit der Reuthaue losgelöst,

steinartig harte Böden, mit bindigen Kies- oder dünnen weicheren Gesteinsschichten durchzogen, mit der Spitzhacke und dem Brecheisen zerbröckelt, zersprengt und gehoben.

Die Bodenbearbeitung beginnt am besten auf der Grenze zwischen Ab- und Auftrag, die Arbeiter legen auf dieser Linie gern einen sog. Leitpfad an, welcher die

1) Im Walde zerstört oder beschädigt die Abräumungsarbeit, aber auch Bosheit und Unverstand (Lesholzsammler) manches Zeichen. Es ist daher sehr ratsam, an nahen Bäumen, Felsen, Mauern etc. die Gefällinien durch Einschnitte und sonstige Zeichen zu markieren.

ungefähre Richtung des Vorgehens angibt und den Arbeitsverkehr erleichtert. Bei Steigungen gehen die Arbeiter am liebsten von unten vor. Sie haben so einen festeren Stand, richtigeren Blick und kürzer mit dem Geschirr auszuholen.

An Abhängen erfolgt der Angriff, wenn die Querprofile Ab- und Auftrag haben, der Straßenachse entlang, nachdem am Böschungsfuß gegen Abspringen von Steinen, Schollen etc. Vorkehr getroffen ist (siehe § 26), mit sogleich folgender Verbauung. Bei Durchstichen (reinen Abtragsprofilen) vom unteren Ende gegen oben, oder von beiden Enden gegen die Mitte, zuerst stollenartig, dann mit gassenartiger Erweiterung; hohe Hänge werden schichtenweise von oben abgebaut.

Um die Baurichtung nicht zu verfehlen, vermehrt man im Vorschreiten die Richtpunkte mit einem Gefällmesser oder den Visierkreuzen. Die nächsten Auftragsräume werden durch Schaufelwurf ausgefüllt, Abtragsüberschüsse für spätere Abfuhr stehen gelassen oder seitwärts gelagert.

Felsen und nur durch Sprengung zu beseitigende Wurzelstöcke werden während der Erdarbeit nur „abgedeckt", um die beste Angriffsweise zu finden. An klüftigen spaltbaren Felsblöcken werden die durchziehenden Risse oder Schichtungen („Abgänge") erweitert und vertieft, um in die Fugen verstählte Keile mit dem Steinschlegel einzutreiben (oder das Aufquellen dürrtrockenen Weichholzes als sprengende Kraft zu benützen), in die entstehenden Risse das Heb- oder Brecheisen einzusetzen und mit Hebelkraft die Trennung zu vollenden. Zum Verbauen unnötige oder untaugliche Stücke werden mit einem oder mehreren gleichzeitig angesetzten Hebeln oder mittelst einer starken Winde (einfache Fuhrmanns- oder Doppelwinde) aus dem Boden gehoben und seitwärts geschafft.

Eine wesentliche Erleichterung der Brecharbeiten, manchmal sogar eine Verminderung der erforderlichen Sprengungen kann dadurch erreicht werden, daß man alle Felsmassen im Herbst vor dem Baujahre abdecken läßt, damit die Niederschlagswasser in die vorhandenen Klüfte eindringen und dann der Frost sie erweitern kann.

§ 25. Sprengarbeit. Ganze d. h. unverwitterte, von Rissen freie Gesteinsmassen, welche dem Spaltgeschirr widerstehen und unregelmäßiger Zertrümmerung unterliegen dürfen, werden der Sprengung vorbehalten [1]). Der Zustand (Schichtung oder Klüftung, äußere Form), die Lage und Umgebung (ob einer- oder mehrseits frei) sind maßgebend für die Art und den Ort des Angriffs [2]).

a) Sprenggeräte: Die Bohrer sind 6- oder 8kantige Gußstahlstäbe von 2—4 cm Stärke. Im Wegbau werden meist einfache Meiselbohrer verwendet, deren 2,5—6,5 cm breite Schneide für Bohrung in hartem Gestein gerade, für solche in weichem konvex ist. Der Winkel an der Spitze darf nicht zu klein sein, denn der Bohrer soll das Gestein zermalmen, nicht schneiden, er liegt je nach der Gesteinshärte zwischen 60° und 110°. Bohrer mit doppelter kreuzförmiger oder mit zförmiger Schneide werden im Walde selten angewendet, schon weil das Schärfen schwieriger ist. Zur Anfertigung tiefer Bohrlöcher bedarf es eines Satzes von Bohrern verschiedener Länge. Das Bohren geschieht entweder durch Aufstoßen langer schwerer Bohrer, wobei aber das oberste Stück des Bohrloches in der Regel nach der zweiten Methode, nämlich durch „Antreiben" des Bohrers mit Schlägen hergestellt wird. Hierzu dient der

---

1) Für die Fälle, wo Felsen größere Bausteine (Quader, Platten) liefern sollen, müssen die anderen Zerlegungsverfahren Platz greifen.

2) Von der technischen Literatur für diese Spezialfrage seien erwähnt: C. Engler, Handbuch d. chem. Technologie N. F. Lief. 13. O. Guttmann, Handbuch der Sprengarbeit. Handbuch der Ingenieurwissenschaften I 3 und 5 Felsenarbeiten, Tunnelbau von L. v. Willmann und Mackensen, 3. Auflage 1902 und K. Esselborns Handbuch des Tiefbaus I 3. K. Wegele, Tunnelbau, 3. Auflage 1908.

Fäustel, ein vierkantiger 1—4 kg schwerer Hammer mit kurzem, elastischen Helm. Der Fäustel wird meist aus weichem Eisen gemacht, die Verwendung von Gußstahl ist aber nach Guttmann zweckmäßiger, da die Kraft des Schlages besser ausgenutzt wird. Bei zwei- und dreimännigem Bohren, wobei ein Arbeiter den Bohrer dreht, die andern schlagen, tritt an die Stelle des Fäustels der langhelmige Schlägel, ebenfalls ein Gußstahlhammer. Weiter sind erforderlich:

Räumlöffel, lange dünne Eisenstange, unten mit runder flacher Mulde, oben mit Oehr, zum Ausbringen des Bohrmehls und Einbringen von Trockenstoffen:

Ladstock aus Weicheisen oder Bronce (auch aus Hartholz), mit einer Längsrinne, zum „Besetzen" der Bohrlöcher nach dem Laden;

2 gut verstählte Hebeisen und schwere Steinschlägel zum Aufräumen und Zertrümmern [1]).

b) Sprengmittel. Bei Waldwegbauten wird auch heute noch sehr häufig Schwarzpulver verwendet, da sein Bezug nicht durch so lästige Kontrollbestimmungen erschwert ist, wie der des Dynamites und anderer moderner Sprengstoffe. Seine Zusammensetzung wechselt zwischen 63—76% Salpeter, 15—20% Kohle, 9—20% Schwefel. Nach Guttmann wird die größte Sprengwirkung bei dem Mischungsverhältnis 76: 15: 9 erzielt. Gutes Pulver muß ein gleichmäßiges Korn haben, hart, staubfrei und völlig trocken sein. Feinkörniges Pulver gibt einen höheren Nutzeffekt als das billigere grobkörnige, das zudem tiefere Bohrlöcher und mehr „Besatz" verlangt. Wird das Pulver feucht, so wittert der Salpeter aus, die Aufbewahrung soll daher in Blechgefäßen, nicht in Säcken erfolgen. Die Bohrlöcher müssen bei der Verwendung von Pulver sorgfältig getrocknet werden, Sprengungen unter Wasser sind sehr umständlich.

Weitere Uebelstände sind die durch Ungleichheiten der Rohstoffe bedingten Güteschwankungen, die Gefährlichkeit der Herstellung, des Transportes und der Anwendung, und die relativ kleine Wirkung sowie das Versagen bei klüftigem Gestein.

Die modernen Sprengmittel sind in der Mehrzahl Nitrilverbindungen. Die wichtigste derselben ist das Nitroglyzerin — $C_3 H_5 (HN0_2)_3$ — eine Flüssigkeit, deren leichte Explosion sie aber zum Transport und direkten Gebrauch ungeeignet macht. Dagegen hat sie weitausgedehnte Verwendung in der von Nobel gefundenen Form des Dynamites, d. h. aufgenommen von Kieselguhr — Diatomeenschalen — Dynamit besteht aus 75% Nitroglyzerin und 25% Kieselguhr. Es bildet eine rötliche, feinkörnige, fettige Masse von 1,6 spezifischem Gewicht und wird in Patronenhülsen von Pergamentpapier in Größe von 15 gr aufwärts verwendet.

Obwohl es auch nicht vollkommen beständig ist, haben es doch seine Vorzüge in allgemeine Verwendung gebracht, die aber erschwert wird durch die Bestimmungen des Reichsgesetzes vom 9. Juni 1884, wonach Herstellung, Vertrieb und Besitz von Sprengstoffen nur mit polizeilicher Genehmigung zulässig ist.

Als Vorteile werden gerühmt die einfache rasche Herstellung und die Gleichmäßigkeit der Fabrikate, die geringe Empfindlichkeit unterwegs, das gefahrlose Abbrennen bei der Entzündung an freier Luft, sowie große jäh wirkende Sprengkraft, welche die Bohrarbeit sparen läßt, die Entbehrlichkeit festen Besatzes im Bohrloch und die Verwendbarkeit im Nassen und im zerklüfteten Gestein. Seine größere Sprengwirkung ermöglicht es, mit engeren und kürzeren Bohrlöchern auszukommen

---

1) Bei der alten Art der Zündung ohne Zündschnur war weiter nötig 1 Räumnadel, aus Rotkupfer oder Legierungen (nicht von Eisen, um keine Funken zu schlagen), dünn, 0,7 m oder mehr lang, oben in einen Ring gekrümmt, unten zugespitzt, um beim Laden den Zündkanal offen zu halten.

als beim Pulver [1]). Eine Abkühlung unter 8⁰ ist gefährlich, da Dynamit dann auf Schlag, Stoß und plötzliche Erhitzung leicht explodiert, die Aufbewahrung des Tagesbedarfs erfolgt am besten in doppelwandigen Blechgefäßen mit Warmwasserfüllung zwischen den Wänden. Zur Zündung im Bohrloch dienen besondere Knallpräparate [2]).

c) Die S p r e n g w i r k u n g beruht auf dem hohen Druck der bei der Explosion entstehenden Gase. Denken wir uns, die Explosion erfolge in der Mitte einer homogenen Felsmasse von einem Punkte aus, so können wir drei Wirkungssphären unterscheiden. (Fig. 36). Eine innerste Kugel, innerhalb deren das Gestein zermalmt wird und die Teile, falls sie an der Oberfläche lägen, fortgeschleudert werden würden, (Explosionszone E). In einer darum liegenden Schalenschicht wird nur der Verband gelöst, es entstehen Risse und Sprünge, aber die entstandenen Teile behalten ihre Lage bei (Z = Zerstörungszone). Um diese Zone legt sich wieder eine Schale, in der nur eine Erschütterung eintritt, die nach der Peripherie zu an Kraft immer mehr verliert und allmählich verschwindet (S = Erschütterungszone). Der praktische Erfolg einer Sprengung ist davon abhängig, welche dieser Zonen von der Gesteinsoberfläche geschnitten wird. Berührt sie nur die Erschütterungszone, so wird nichts erreicht, schneidet sie die Explosionskugel selbst, so fliegt ein Teil der gelösten Massen in die Luft, es wird Kraft vergeudet. Denn es genügt die Zertrümmerung, die dafür eine größere Masse löst. Die Oberfläche soll also Z schneiden. Die Wirkung beschränkt sich dann auf den Explosionstrichter (ABC), dessen Inhalt in erster Linie von der Tiefe v „der Vorgabe" abhängt. Im natürlichen, ungleichartigen Gestein treten an die Stelle der Kugelzonen Ellipsoide und andere Sphaeroide, aber auch für sie gilt, daß die Vorgabe den Nutzeffekt bestimmt.

Fig. 36.

d) Die A n l a g e der Schüsse richtet sich nach Form, Größe, Struktur und Härte des Gesteins, ferner nach dem Auftreten von Klüften und dem gewählten Sprengmittel. Im Allgemeinen führt man das Bohrloch in die Mitte der zu zertrümmernden Masse, falls diese nicht so groß ist, daß eine Wirkung ausbleiben würde.

---

1) Nach T r a u t z ergibt sich für je 1 gr folgendes Wirkungsverhältnis für Pulver und Nitroglyzerin:

	Pulver	Nitroglyzerin
Gasmenge reduziert auf 0⁰	200 cbm	2 000 cbm
Temperatur	3 300⁰	5 200⁰
Theoretischer Maximaldruck	4 300 Atm.	26 000 Atm.
Theoretische Maximalleistung	40 Kilogrammeter	400 Kilogrammeter

Zudem erfolgt die Explosion des Dynamits gleichmäßiger und viel schneller.

2) Von neueren Sprengmitteln, die als Ersatz des Dynamits verwendet werden, seien genannt:

Schießbaumwolle, Sprenggelatine d. h. die Lösung von 7—10% Collodiumwolle in 90—95% Nitroglyzerin — Gelatinedynamit, der in Deutschland üblichste Nr. 1 enthält 62,5% Nitroglyzerin 2,5% Collodiumwolle und 35% Zumischpulver aus 75% Natronsalpeter, 24% Holzmehl 1% Soda. Diese Aufsaugunsgmasse verbrennt mit und verstärkt daher den Gasdruck. (G u t m a n n a. a. O. p. 14) — Roburit = Ammonsalpeter mit Binitrobenzol gemischt — Diorrexin = 42,78% Kalisalpeter, 23,16% Natronsalpeter, 13,4% Schwefel, 7,49% Holzkohle, 10,97% Buchensägspähne, 1,65% Pikrinsäure, 0,55% Wasser (G u t t m a n n p. 9.) — Cahücit-Zusammensetzung unbekannt.

Jeder von Klüften begrenzte Teil eines Felsens erhält sein eigenes Bohrloch, denn wenn dieses von einer Kluft geschnitten wird, entweicht ein Teil der Gase ohne Nutzwirkung. Sollen kleine Massen von einem bleibenden Felsen abgesprengt werden, so legt man das Bohrloch parallel zur künftigen Oberfläche in das abzusprengende Gestein nahe der Grenze. Bei breiter Angriffsfläche erhöht gleichzeitige, am sichersten durch elektrische Zündung zu erreichende, Explosion mehrerer Schüsse den Nutzeffekt sehr, der Abstand der Bohrlöcher darf dann 1,5—2 v betragen, bei Einzelzündung nur 1 v.

e) Die Bohrung. beginnt damit, daß mit Meißel und Schlägel eine ebene Fläche senkrecht zur Bohrrichtung hergerichtet wird. Auf dieser wird dann der Bohrer angesetzt und durch Schläge mit dem Fäustel eingetrieben. Nach jedem Schlage wird der Bohrer etwas gedreht, damit gleichmäßig runde Löcher entstehen. Das sich am Grunde derselben sammelnde Bohrmehl muß von Zeit zu Zeit mit dem Raumlöffel entfernt werden, damit es nicht die Gewalt der Schläge abschwäche. Nasses Bohren ist anzuraten, denn es verhütet das Stäuben und beseitigt so die Ursache von Erkrankungen der Atmungsorgane, es fördert auch rascher, da der Bohrer kühler und härter bleibt und dünnflüssiger Schlamm den Schlag weniger dämpft als trokkener Staub. Stumpf gewordene Bohrer werden durch neue, eventuell auch längere ersetzt, hat das Bohrloch 10—15 cm Tiefe erreicht, so geht man für tiefere Schußanlagen besser zum zwei- und dreimännigen Bohren oder zum Bohren durch Aufstoßen über. Die Herstellung der Bohrlöcher ist der teuerste Teil der Arbeit; es empfiehlt sich daher lieber wenige tiefe Bohrlöcher für starke Ladungen als viele kleine anzufertigen, denn die Bohrkosten wachsen ungefähr proportional der Tiefe, der Nutzeffekt etwa mit der 3. Potenz der Vorgabe.

Die folgende, einer Arbeit von L. v. Willmann [1]) entnommene, Tabelle gibt Aufschluß über die Beziehungen zwischen Lademenge, Weite und Tiefe des Bohrlochs.

Bohrlochweite in cm	Pulver		Dynamit	
	Gramm für 1 cm Tiefe	Tiefe für die Ladung von 1 Kgr. cm	Gramm pro cm Tiefe	Tiefe für die Ladung von 1 Kgr. cm
1,5	1,8	565	2,8	353
2,0	3,1	319	5,0	199
2,5	4,9	204	7,8	127
3,0	7,1	142	11,6	86
3,5	9,6	104	15,4	65
4,0	12,6	79	20,0	50
4,5	15,9	63	25,4	39
5	19,6	51	31,4	32
6	28,3	35	45,3	22

Die Besatzhöhe muß dabei der Ladhöhe mindestens gleichkommen.

Bezüglich der „Vorgabe“ wird als Norm angenommen:

bis zu 1 m Vorgabe 2,8 cm
von 1,2 bis 1,8 m Vorgabe 4,0 „
„ 2,0 „ 2,5 „ „ 5,25 „

Weite der Bohrlöcher, wozu Bohrer von 2,45—3,7—4,9 cm Kronenbreite nötig sind.

Die neueren Sprengmittel erfordern geringere Bohrweiten und -Tiefen, weil sie stärker wirken, kleinere Ladungen und Besatzhöhen nötig sind.

1) Handbuch der Ingenieurwissenschaft. Band 1 Ab. 3. 3. Aufl. 1902.

f) Das Laden geschieht am besten kurz vor dem Schießen und dieses in den Ruhestunden, um die übrigen Arbeiten nicht zu unterbrechen und niemand zu gefährden. Pulver wird in schußfertigen Patronen in die Pulverkammer (Sack) des Bohrloches geschoben, nachdem die Zündschnur (eine etwa 5 mm dicke, mit wasserdichtem Ueberzug versehene, Röhre aus Hanfgespinst, deren Höhlung einen Pulversatz enthält) hakenförmig mitten in die offene Patrone gesteckt und in deren geschlossene Hülse fest eingebunden ist. Hat man den Schießpfropfen (aus Filz, Werg oder dergl.) mit dem Ladstock aufgesetzt, so wird der Besatz (Ziegelmehl, Lehmpulver) eingefüllt und erst leicht, dann fester mit Ladstock und Schlägel eingestampft.

Dynamit wird in Patronen von geringerer Dicke als die Bohrweite bis zur Sohle geschoben und so eingepreßt, daß die weiche Masse den Raum ganz füllt. Muß eine zweite folgen, so wird sie ungeöffnet satt aufgesetzt. Die oberste nimmt, nach Entfalten der Hülle, die Zündschnur auf, an deren Ende die 2—3 cm lange Zündkapsel mit einer Zange angepreßt ist, worauf die Hülle mit Bindfaden verschnürt wird. Eine direkte Berührung von Dynamit und Zündschnur ist zu vermeiden, da sonst oft ein Teil des Dynamites verbrennt, ehe die Explosion erfolgt, also nicht zur Wirkung kommt. Ist diese „Zündpatrone“ vorsichtig auf die Ladung geschoben, so wird ein loser Besatz z. B. Sand aufgeschüttet oder weicher Lehm eingestrichen. Im Nassen müssen die Patronen durch Einfetten wasserdicht gemacht sein.

Beim Abtun der Schüsse sind folgende Sicherheitsregeln zu beachten. Man stellt Wachen, gibt Signale und nimmt Deckung, um außer Schußbereich zu kommen [1]). Versagt ein Schuß, so ist zunächst 15 Minuten zuzuwarten, um Unglücksfälle durch nachträgliche Explosion zu verhüten. Zu verwerfen ist das Ausbohren der Versager, weil nur gar zu leicht dabei eine unzeitige Zündung erfolgt. Bei der Verwendung von Dynamit kann ein Versager dadurch zur Explosion gebracht werden, daß auf den Besatz eine weitere Dynamitpatrone gesetzt und abgeschossen wird. Sind sämtliche Schüsse losgegangen, so werden die Trümmer beseitigt, die nur zerklüfteten Felsteile mit Brecheisen und Pickel beseitigt, ehe mit der Neuanlage von Bohrlöchern begonnen wird. Stehen gebliebene Bohrlochansätze — Pfeifen — dürfen nur nach Pulversprengung zur weiteren Bohrung benutzt werden, da bei Verwendung von Nitroglyzerinpräparaten die Wände unter Umständen mit unzersetztem Nitroglyzerin imprägniert sind.

§ 26. Herrichtung der Auftragsflächen (Entwässerung). Geringe Aufschüttungen auf mäßig geneigtem Boden können unmittelbar nach Beseitigung des Bodenüberzuges und der Stöcke begonnen werden. An steilen Hängen aber legen die Arbeiter zunächst am unteren Böschungsfuß einen flachen etwa 0,5 m breiten Graben an und häufen den Aushub zu einem kleinen Damm an der unteren Seite auf, um ein zu weit gehendes Abrollen der aufgeschütteten Massen zu verhindern. Beträgt die Auftragshöhe einen Meter und mehr, so empfiehlt es sich, die Grundfläche treppenförmig abzustufen, um dem Damm einen besseren Halt zu gewähren. Die Stufen sind etwa 1 m breit, 0,2 m hoch zu machen.

Ferner sind vor Beginn der Aufschüttungen nasse Bodenstellen zu entwässern, versteckten Quellen dauernder Ablauf zu schaffen und die sonstigen Wasserzuflüsse aus dem Baubereich durch vorläufige oder ständige Anlagen abzuwehren und weiterzuleiten. Das Wasser kann durch Aufweichen und Abspülen der Erdmassen, durch

---

1) Die Zündschnur muß aus dem Bohrloch noch 20—30 cm hervorragen; direkt oder durch ein Stück Zunder oder Schwefelfaden entzündet, muß sie dem Luntenführer Zeit zur Deckungnahme lassen. Zum Abbrennen der Zündschnüre rechnet man so viele Sekunden, als sie cm Länge haben.

Ueberflutung oder Unterwühlen der Bauten, als Eis durch Lossprengen und Zerbröckeln, durch Verstopfen von Kanälen schaden.

Geringen Wassermengen muß durch Schaffung von Gefäll oder dessen Vermehrung Abzug verschafft; für größeren Zudrang muß das Gefälle geregelt, ein genügendes Ablaufprofil gegeben und die Bauanlage befestigt werden.

Versteckten Zuflüssen muß nach dem Trockenlegen (Ausschöpfen, Auspumpen) der sog. Naßgallen durch Entgegengraben nachgeforscht werden.

Zur nachhaltigen Entwässerung des Baugeländes dienen Sickerdohlen. Man hebt einen Graben mit etwas Gefäll in der Wegrichtung aus und führt ihn über den tiefsten Punkt der vernäßten Stelle aus dem Baubereich heraus. Bei dauernden Anlagen erhält der Graben eine Füllung aus groben Steinen. Diese sollen unter sich verspannt sein, aber den Wasserabfluß gestatten. Oben wird der Graben mit Platten abgedeckt und die Fugen mit Moos verstopft; so daß zwar das Wasser einsickern, aber keine Verschlämmung durch Erde erfolgen kann. Darüber wird dann der Wegkörper aufgeschüttet. Wo Steine fehlen, können Drainageröhren zum Ersatz dienen. Holzfüllung, bestehend aus einer Faschine von der Länge des Dohlens, ist nur angezeigt, wo es sich um vorübergehende Entwässerungen handelt, sei es, daß angenommen werden darf, die Notwendigkeit der Wasserableitung werde nach beendetem Setzen des Weges wegfallen, sei es, daß die Wege nur in langen Zwischenräumen — Durchforstungsabteilungen, Mittelwaldschläge — gebraucht werden, nur dann fahrbar sein müssen. Hier empfiehlt sich die Holzfüllung wegen der Billigkeit.

Hat die zu entwässernde Stelle eine große Ausdehnung, so schließt man an den Hauptdohlen Seiten- oder Schlitzdohlen an.

Zieht ein Weg mit hoher Aufschüttung über nassen geneigten Untergrund, so ist der Einbau von Sickerrippen ratsam, d. h. von senkrecht zur Wegachse verlaufenden etwa 0,6 m breiten Gräben mit lockerer Steinfüllung. Auf der Talseite reichen sie bis zu $^2/_3$ der Böschungshöhe hinauf. Sie enden meist in der Wegmitte, bei großem Wasserandrang läßt man sie aber in der Höhe von 0,75—1 m bis zur oberen Böschung durchlaufen. In der Wegrichtung erhalten sie einen Abstand von 10—20 m. Das ihnen entströmende Wasser ist vom Böschungsfuß abzuleiten.

Genügen in der Ebene Einfassungsgräben in Verbindung mit trichterförmigen Senklöchern nicht, so müssen die Grabenanlagen vertieft und verbreitert und muß der Weg mit dem Aushub dammartig erhöht werden.

Neue Kanäle im Hügel- und Bergland dürfen weder dem Nachbargelände das Wasser entziehen noch im Uebermaß an beliebigen Punkten zuwenden. Bisher bestandene Wasserläufe dürfen geregelt, aber nicht willkürlich verlegt werden. Unvermeidliche Ansammlungen müssen durch starke Eindämmungen gehalten, dürfen nur langsam und in unschädlichen Richtungen entleert werden.

Fig. 37.

a b c d e m n p

Oberhalb der Wege lassen sich lästige Zuflüsse durch Gräben, wie abc in Fig. 37, auffangen, welche man offen oder als Sickerkanäle hinter der Abtragsböschung parallel hinziehen läßt, und in Abständen durch Einschnitte (oder Gräben) wie bd in den Straßengraben oder durch einen weiteren Sickerkanal oder Durchlaß, der unter dem Wege durchführt, überall mit ausreichender Steinschüttung und Bodenbefestigung.

Ueberquert eine dammartige Weglinie ein Tal, welches zeitweise große Wasser-

mengen führt, so nieder über der Talsohle, daß eine Brücke vom Wasser erreicht würde, so muß in der Talmitte die Wegkrone bis auf die Talsohle gesenkt und durch starke Pflasterung ein sog. „U e b e r f a l l“ gebildet werden, über welchen die Gewässer ohne Rückstauung ablaufen können.

Torf und Schlamm dürfen selbstverständlich nicht in den Weg verbaut oder von ihm überdeckt werden. Schneidet ein Wegzug ein nicht zu mächtiges Torflager, so sind die Torfmassen im Baubereich nach vorläufiger Entwässerung bis auf den Untergrund auszuschachten. Handelt es sich um Moore von breiartiger Konsistenz, so ist die Entwässerung kaum durchführbar und daher die direkte Stein- und Kiesschüttung auf das Moor vorzuziehen. Die Steine verdrängen das Moor, die Schüttung ist fortzusetzen, bis der Damm über die Moorfläche hervorsieht und keine Senkungen mehr eintreten, denn dann hat die Aufschüttung die dem Ruhewinkel des Materials entsprechenden Böschungen erhalten. Tiefe Moore werden am besten mit Holzverschalungen (Prügelwegen) überschritten.

S § 27. Soweit die gelösten Erd- und Steinmassen nicht an Ort und Stelle oder im Bereich eines — allenfalls 3maligen — Schaufelwurfes (ca. 10 m) verbaut werden können, müssen besondere Transportmittel gewählt werden. Hierzu empfehlen sich: bei Entfernungen bis zu ca. 80 m der einräderige Handkarren, darüber für kleinere Massen der zweiräderige Schiebkarren, für größere Massen der Kippwagen mit Geleise. Diese werden bei Waldwegbauten alle von Menschen bewegt, daher sollte darauf gesehen werden, daß der Transport tunlichst bergab zu geschehen hat. Von Pritschenwagen und ähnlichen Fuhrwerken wird seltener Gebrauch gemacht. Der Transport in Hand- und Schiebkarren wird durch das Legen von Laufdielen (Karrbahnen) wesentlich erleichtert.

Zur Bemessung des Aufwands und zu zeitiger Vorkehrung für geeignete und genug Fördermittel muß, wo größere Massen zu fördern sind, die F ö r d e r w e i t e ermittelt werden d. h. der wagrechte Abstand zwischen den Schwerpunkten des Abtragskörpers und der Auftragsmasse, welche man aus den Profilzeichnungen ableitet oder gutachtlich bestimmt. Sind Ueberschüsse mehrerer Strecken auf mehrere Baustellen zu verteilen, so muß die m i t t l e r e E n t f e r n u n g berechnet werden. Bei einfacher Sachlage kann man so (siehe Fig. 38) verfahren:

Fig. 38.

Die Abtragsmassen ABC $= M_I$, $=$ DEF $= M_{II}$ . . . . werden mit dem Bedarf in FGHJ $= B_I$ verglichen, worauf die Differenz $M_I + M_{II} \; . \; . - B_I = \triangle m$ dem zweiten Bedarfsorte LM . . . $= B_{II}$ zugewiesen wird, ebendahin auch JKL $= M_{III}$. Dabei ergeben sich die Förderstrecken

$$ac = d_1 \text{ für } M_I, \qquad bc = d_2 \text{ für } M_{II} - \triangle m,$$
$$be = d_3 \text{ für } \triangle m \text{ u. } de = d_4 \text{ für } M_{III}$$

woraus mittlere Förderweite

$$D = \frac{M_I \, . \, d_1 + (M_{II} - \triangle m)\, d_2 + \triangle m \, . \, d_3 + \, .}{M_I + M_{II} + \, . \, . \, . \, .}$$

d. h. D ergibt sich aus der Division der ganzen Abtragsmasse in die Produkte der Abtragsstücke und ihrer Entfernungen von ihren Abladestellen [1]).

1) Ein auf diesem Prinzip beruhendes graphisches Verfahren teilt Artopäus im Forstw. Zentralbl. 1910 mit.

Für größere Wegbauten ermittelt man die annähernde Ausgleichung zwischen den Abtragsüberschüssen und den Abladeorten und die daraus sich ergebenden Förderweiten am besten durch ein graphisches Verfahren, deren zwei am häufigsten im Gebrauch sind:

a) eine Abwägung zwischen den auf eine Abszissen-Achse (-Weglänge) als positive (#) und negative (-:-) Ordinaten nach oben und unten aufgetragenen Ab- und Auftrags-Querflächen,

b) eine Abwägung zwischen den zuvor berechneten Ab- und Auftragsmassen der Einzelstrecken durch Auftragung der algebraischen Summen der Abgleichsmassen (Diff. des Ab- und Auftrags) als Ordinaten auf eine Abszissen-Achse (Weglänge) und Herstellung des sog. Abgleichungszuges durch Verbindung der Ordinaten-Endpunkte.

Ein drittes Verfahren ergäbe sich aus dem Eintrag aller endgültigen Abtrags- in die Auftrags-Querflächen und der Zuweisung der # Differenzen von oben nach unten in die nächsten -:- Differenzen, unter Weglassung geringfügiger Beträge.

Soweit schließlich die Abgleichung einen Abtrags-Ueberschuß oder Mangel beläßt, ist entweder eine Ablagerungsstelle oder ein Bezugsort noch zu ermitteln.

§ 28. Damit die Auffüllungen die nötige Haltbarkeit besitzen, sollten sie jeweils in Lagen von 0,3 m Höhe ausgeführt werden, die vor dem Weiterbau durch Stampfen gedichtet werden. Auch hohe Dämme werden am besten nach diesem Verfahren der Lagenschüttung hergestellt, weil der Transport der für die oberen Schichten erforderlichen Massen auf den schon fertigen Lagen erfolgt und so zu deren Dichtung beiträgt. Nicht zu empfehlen ist gerade für hohe Dämme die bei den Arbeitern sehr beliebte Kopfschüttung. Bei dieser wird zunächst das an der Grenze zwischen Auf- und Abtrag liegende Stück des Dammes bis zu seiner vollen Höhe und Breite aufgeschüttet, dann in der Wegrichtung fortschreitend immer wieder stückweise die Auffüllung bis zur Kronenhöhe vorgenommen, bis der Damm vollendet ist. Eine wirksame Dichtung der Massen ist ausgeschlossen. Noch weniger für solche Bauten geeignet ist die Seitenschüttung, bei der der Damm zunächst in seiner ganzen Länge auf die für den Verkehr mit Karren oder Rollwagen erforderliche Breite fertiggestellt und dann durch Schüttung nach beiden Seiten verbreitert wird. Die Gefahr von Abrutschungen ist dabei sehr groß.

Da die aufgeschütteten Erdmassen erst nach längerer Zeit sich soweit setzen, als dem Dauerzustand entspricht, ist es ratsam, den Aufbau je nach der Erdart um so viele Prozent der Höhe über die Lattenprofile wie S. 517 angegeben, zu erhöhen und über die Wegkrone zu verbreitern, daß (Fig. 39) die Wegkrone des Auftrags BC (oder des Dammes BD) um x (= 0,op . h) höher und um y = 0,op' . h) bezw. um 2y breiter hergestellt wird, um ihr das Normalprofil ABC . . . zu sichern.

Fig. 39.

Die Erdböschungen sind nach den Geraden oder Kurven-Linien des Wegzugs als flache oder gekrümmte Wände mit gestrecktem Profil, wenn aber über 3 m hoch, mit 0,3 bis 0,7 m breiten Absätzen (Bermen) auszubauen, letztere beiläufig wagrecht.

Die Wegkrone wird in flacher Wölbung angelegt, mit Erhöhung der Mitte, damit alle Niederschläge nach beiden Rändern abziehen können.

Bei Erdwegen wird sogleich die endgültige Bahnwölbung hergestellt, deren Mitte um $^1/_{20}$ bis $^1/_{25}$ der Kronenbreite (b) höher als die Ränder sein soll.

Schotterbahnen aus weichem Gestein erhalten eine Wölbungshöhe von $^1/_{25}$ bis

$^1/_{30}$ b, vollausgebaute Steinbahnen von $^1/_{30}$ bis $^1/_{40}$ b (z. B. wenn b = 4,5 m, Wölbhöhe 18, 15,11 cm). Das Wölbungsprofil hat jedoch am besten die Form flacher Mittenwölbung mit beiderseitiger Abdachung. Man erreicht dies am besten, wenn bei dem Erdbau schon (Fig. 40) die Abwölbung der Fahrbahn abcd vorbereitet wird, indem man dem zwischen bi und cm offen gelassenen Raum des „Steinbetts“ die gewölbte Grundfläche ikm gibt, was durch Abpfählung und Ausspannen von Schnüren in der Länge und Quere leicht zu erreichen ist. Zugleich hiemit wird die beiderseitige Einfassung („Fußbank“) abi und mcde hergestellt, dagegen Graben- und Böschungswand (Profil defg) erst nach der Versteinung der Bahn vollendet [1]).

Fig. 40.

§ 29. Die Herstellung harter Fahrbahnen. Wege, die ständig von schweren Nutzholzfuhren befahren werden, müssen eine harte, glatte Fahrbahn haben, damit die Reibung möglichst gering sei und so rasche, leichte Bewegung ohne Stöße und unter voller Ausnutzung der Zugkräfte gesichert, die Aufweichung und Gleisbildung aber verhütet werde, und lange Haltbarkeit erreicht sei. Dies ist nur durch Herstellung als Steinbahn zu bewirken. In Betracht kommen folgende Verfahren: a) die Fundamentierung (Bestückung), b) die Makadamisierung, c) die Pflasterung, unter Umständen in der Form des Kleinpflasters. Es empfiehlt sich, mit dem Bau der Steinbahn zu warten, bis ein Winter seit Fertigstellung der Aufschüttungen verstrichen ist.

Gemeinsam ist den drei Verfahren die Herstellung einer Baugrube in Fahrbahnbreite.

a) Die vollkommene Steinbahn der fundamentierten Wege besteht aus dem Gestück — Packlage, Grundbau, Koffer — und der Schotterdecke — Beschläge —. Die Einfassung der Baugrube mit Randsteinen war früher allgemein üblich, jetzt geht man immer mehr davon ab, da sie den Bau nur überflüssig verteuert und leicht dazu führen kann, daß die Niederschläge auf der Fahrbahn festgehalten werden, da, sobald diese etwas abgenutzt ist, die Randsteine darüber hervorstehen.

Will man Randsteine verwenden, so stellt man längs der Fußbänke 20—40 cm lange, 15—20 cm breite und halb so dicke Bruchsteine nach dem Gefäll, der Höhe und Breite der Fahrbahn möglichst senkrecht auf, befestigt sie mit kleineren Steinen, so daß sie beiderseits die Fahrbahn einrahmen. Noch größere Festigkeit wird erzielt, wenn (wie in Fig. 41) die Randsteine auf der Bergseite dicht an die innere Steinböschung gerückt zugleich die Wasserrinne bilden, auf der Talseite dagegen ein festes Steingefüge das Bankett einnimmt.

Fig. 41.

Zur Herstellung des Gestücks werden quer zur Straßenachse 10—20 cm dicke Steine aufrecht oder gegen das Gefälle in Reihen gestellt, die Fugen wechselnd, mit der Spitze oder Kante nach oben. Durch gespannte Schnüre oder Auflegen des

1) Wird das Gestein für das Gestück nicht in der Baufläche gewonnen, oder der Weg erst als Erdweg angelegt und später fundamentiert, so ist die Krone im Rohbau um den Betrag niedriger anzulegen, der der Aushubsmasse des Fundaments dividiert durch die Wegfläche entspricht.

Richtscheits und einer hölzernen Weglehre (Lehrbrett) wird ihr Einlegen nach dem Gefälle (aufwärts ihm entgegen) und nach der Bahnwölbung geregelt. Ungleichheiten werden durch Abschlagen vorragender Stücke, Nachfüllen von Lücken und Verkeilen ausgeglichen, um volle Festigkeit gegen den schiebenden Druck der Fuhrwerke herzustellen. Ein Ueberführen mit einer dünnen Kies-, Erd- oder Sandschichte ergänzt diese Anlage, bevor die Beschotterung folgt. Eine Schichtstärke des Gestücks von 15—20 cm genügt bei gutem Untergrund und Gestein und für schwächeren Verkehr, bis zu 30 cm geht man bei Hauptwegen, weicherem und reichlich verfügbarem Gestein.

Auf diesen Grundbau wird die Schotterdecke (Decklage, Dolle) als oberste 7—10 cm hohe Schichte aufgeschüttet. Die Schichtenhöhe von Gestück und Schotter soll sich durchschnittlich wie 2—3 zu 1 verhalten; Ergänzung muß bei letzterem weiterhin nach Bedarf nachfolgen. Die Schottersteine sollen rein, gleichgroß, körnig oder würfelförmig sein und bei hartem Gestein 5 cm, bei weicherem höchstens 8 cm Würfelkante haben. Unter 5 cm Kantenlänge sollte man nicht herabgehen, denn die Tragfähigkeit nimmt doppelt so rasch ab als diese. Andererseits fügt sich grober Schotter nur schlecht untereinander und mit dem Gestück zu einer Fahrbahn zusammen. Beim Einlegen wird der Schotter in der Mitte etwas höher gehäuft als der Wölbung entspricht.

Zum Gestück und Schotter sind feste, harte, dauerhafte Gesteinsarten zu verwenden. Wo die Beschaffung schwierig und teuer ist, können für ersteres auch Steine von geringerer Güte noch Verwendung finden, während aus weichem, verwitterndem und bindemittelarmem Schotter niemals eine glatte feste und geschlossene Fahrbahn sich bilden kann. Als vorzüglichste Gesteine haben sich die Porphyre, Klingsteine, Dolerite und Basalte, die Grauwacke, die sog. Urgebirgsgesteine, als ausreichend gut Dolomite, die meisten Kalksteine und die härteren Tonschiefer, als ungeeignet zur Herstellung fester Bahnen die Sandsteine erwiesen, welche selbst zum Gestück nur zulässig sind, wenn sie der Verwitterung widerstehen und einige Härte besitzen. Auch feste Schlacken sind zum Grundbau und Beschläge verwendbar. Die Güte von Bach- und Grubenkies richtet sich nach dem Ursprungsgestein. Ein Gestück aus weicheren Gesteinen bedarf immer der Eindeckung mit einer bindigen Erdschichte und einer verstärkten Ueberschotterung.

Nach dem Einlegen des Schotters wird die Rauheit der Oberfläche gemindert und der Zusammenhalt verbessert durch ein leichtes Ueberdecken mit lockerer Erde, eine sofortige Fahrbarkeit mit voller Ladung jedoch erst durch künstliche Befestigung und Verdichtung der Bahn mit der Straßenwalze erreicht. Alle sonstigen Mittel stehen weit zurück [1]).

Man beginnt das Anwalzen mit der leeren oder zu 1/3 gefüllten Walze in ruhigem stetigem Schritt der Zugtiere und wiederholt es mit voller Walze, bergauf wo nötig mit Vorspann, damit die Tiere nicht die Gangart ändern müssen. Steht auf der Höhe Wasser in ausreichender Menge zur Verfügung, so walzt man nur bergab mit gefüllter Walze und läßt sie bergan leer gehen, da die Pferde beim scharfen Anziehen viel Schotter mit den Hufeisen aus der Bahn schlagen, diese also immer wieder beschädigen.

---

1) Die Anschaffungskosten für eine eiserne Straßenwalze mit Anspann-Vorrichtung, von der für Waldwege noch genügenden Größe und Konstruktion, betragen ca. 2000 M. und tragen sich durch die Ersparnisse an den Kosten der Wegpflege reichlich aus, da ein Stück für mehrere Forstbezirke genügt.

b) Die Makadamisierung — Steinbahnen ohne Grundbau — ist nur für harten unnachgiebigen Untergrund geeignet. Auf die Sohle der Baugrube wird eine Schicht von Grobschotter — Kantenlänge bis zu 15 cm — oder gröbstem Flußkies gebracht und festgewalzt. Darüber kommen dann Schotter- oder Kieslagen mit abnehmender Korngröße, zu oberst eine Deckschicht von feinem Kies, die ebenfalls gewalzt werden. Flußkies ist vor der Verwendung durch Waschen von beigemengter Erde zu reinigen, ebenso der in Gruben gewonnene. Das Verfahren ist wesentlich billiger als der vollkommene Steinbau und auf hartem Boden insbesondere für Wege 2. Ordnung sehr zu empfehlen. Es versagt aber auf weichem Untergrund, in hohen Aufschüttungen und dergl., weil bei feuchtem Wetter die Schotterlagen unter dem Druck der Last im Boden versinken, ebenso auf steilen Wegen, wo die gesperrten Räder und die Radschuhe tiefe Gleise ziehen.

c) Die Pflasterung wird wegen der hohen Kosten nur angewendet auf Brücken, zur Befestigung der Sohle wasserreicher Gräben und auf sehr steilen Wegstrecken. In Auffüllungen und sonstigem weichen Untergrund muß dem Pflaster ein Fundament durch Gestück gegeben werden, sonst ist es nicht widerstandsfähig. Bei der Ausführung werden die regelrecht behauenen Pflastersteine in die etwa zur Hälfte mit Sand gefüllte Baugrube nach der Schnur in Reihen gesetzt, und dabei auf einen Wechsel von Fugen und voller Fläche hingearbeitet, indem halbstarke Steine einmal an der rechten, das folgende an der linken Bahnkante eingesetzt werden. Ist ein größeres Stück gestellt, so überdeckt man es mit Sand und rammt die Steine mit der Stoßramme ein. Der Sand rieselt dabei in die Fugen herab und verstärkt so die Verspannung. Auch das fertige Pflaster wird mit Sand bedeckt, der von den Niederschlägen in nachträglich entstandene Zwischenräume hineingewaschen wird.

Wenig empfehlenswert, wenn auch billiger, ist das aus grobem Flußgeschiebe hergestellte „rauhe Wackenpflaster“ — Rippen-, Enten-, Kartoffelpflaster —, da es eine holperige Fahrbahn bildet.

Dagegen kann das „Gravenhorstsche Kleinpflaster“ für Waldwege empfohlen werden, auf denen größere Lasten abgeführt werden müssen, oder sich ein lebhafter — die Schotterdecke angreifender Automobilverkehr abspielt. Es werden zunächst Randsteine gesetzt, dazwischen ein regelrechtes Gestück gemacht und festgewalzt. Die Randsteine sollen 6—8 cm über das Gestück hervorstehen. Auf das letztere schüttet man eine 2 cm hohe Lage reinen Sand und setzt darein die Kleinpflastersteine mosaikartig, so daß sie, ohne die Fläche vollkommen zu decken, gut untereinander verspannt sind, deckt sie mit Sand und überbraust das Pflaster kräftig, rammt es fest und gibt nochmals eine Sanddeckung. Die Kleinpflastersteine haben rohe Würfelform mit 6—8 cm Seitenlänge. Die Anlage stellt sich um etwa 15% teurer als vollkommene Steinbahnen, ist aber in der Unterhaltung billiger, da die Abnutzung nur etwa $^1/_7$ der einer gewöhnlichen Chaussee ist. Nur für sehr schwere Lasten ist das Kleinpflaster nicht widerstandsfähig genug.

d) Beschränkte Steinbahnen [1]). Die Koltzschen Steinspuren, bei denen der Steinbau nur in zwei getrennten Streifen von der gegendüblichen Spurweite entsprechendem Abstand und etwa 30 cm Breite durchgeführt wird, haben sich nicht bewährt. Denn bei feuchtem Wetter führen die Gleise der von der Spur abgekommenen Wagen rasch zu einer Unterwühlung des Steinsatzes und es entsteht dann ein regelloses Gemenge von Steinen und Erde, das den Verkehr nur behindert.

Dagegen empfiehlt Kaiser die Anlage von Schwellen — Würsten — senkrecht

1) Nördlingers Krit. Blätter 1867 p. 256 und Kaiser, Der Ausbau der wirtschaftlichen Einteilung 1904 p. 103 f.

zur Wegachse in Abständen von 40—80 m, um die Entstehung durchlaufender Gleise zu verhüten. 1—2 m breite, 0,3—0,4 m tiefe Gräben mit senkrechten Wänden werden so ausgehoben, daß das Wasser in ihnen 3—5 % Fall gegen Tal hat. In sie wird ein regelrechtes Gestück eingesetzt und mit starkem Schotter und darüber Sand eingedeckt, so daß die Oberfläche der Schwelle 10—20 % Wölbung erhält. Die Gleisbildung auf den Zwischenstrecken erfolgt indessen doch, sodann erhält das Fuhrwerk beim Ueberschreiten der Schwelle 2 Stöße. Daher ist fraglich, ob der Nutzeffekt den Kosten entspricht. Jeder Neubau erfordert in den ersten Jahren viel Nacharbeit.

§ 30. Erd- und Holzbahnen. In Wäldern, die nur Brennholz, Stangen und schwache Stämme liefern, bleibt das Ladegewicht so klein, daß auch ein einfacher Erdweg genügt, wenn nur stets durch entsprechende Wölbung und Unterhaltung — Wasserableitung, Gleiseinziehung, Ueberführen mit grobem Sand, Kies, Gesteingrus — für eine gute Fahrbahn gesorgt und die Abfuhr tunlichst auf trockene Witterung, Frost oder Schneebahn beschränkt bleibt. Solche Wege sollten nie dem Verkehr übergeben werden, ehe ein Winter verstrichen ist, damit alle Aufschüttungen sich gesetzt haben und die erforderlichen Nacharbeiten ausgeführt werden konnten. Die Bildung einer Grasnarbe auf den Erdwegen ist zu begünstigen, da sie die Gleisbildung erschwert.

Auf trockenem Sand- und Heideboden kann durch Verebnung, Ueberführen mit bindiger Erde, Einlegen von Flechtwerk, Heide- und Torfplaggen, das ausstreichende Wurzelwerk dicht am Rande gepflanzter Kiefern usw. eine tragbare Bahn für leichtere Holzfuhren hergestellt werden.

Für Moor- und Auenboden oder sonst stets feuchtes Gelände, endlich für Flugsandgebiete empfehlen sich Holzwege. Der Holzoberbau kann von dreierlei Art sein, nämlich ein Gerüstwerk aus aufrecht in den Boden versenkten Pfahlhölzern, welche in der Wegrichtung verlaufende Streckbäume und über ihnen einen aufgenagelten Beleg von Bohlen oder Stangen tragen — oder (bei geringerer Zumutung an die Tragfähigkeit) eine auf Längshölzern befestigte Knüppelbrücke, deren Querstücke auf beiden Rändern durch längslaufende, aufgenagelte Beleghölzer gehalten werden — endlich ein dichter Bodenbeleg (Buhnenwerk) aus Faschinen gebunden, welche quer über die Wegrichtung, die dünnen Enden gegen innen, dicht verlegt und durch Pfähle und Flechtruten in 2 oder mehr Schichten an den Boden befestigt werden. Auf jede dieser Holzunterlagen wird eine schwache Kies- und Erdlage aufgebracht.

C. Die Befestigung der Seitenflächen.

S § 31. Zur Erhaltung eines Wegs und zu seinem ungefährdeten Gebrauch müssen die Seitenwände, welche durch Anschnitt eines Hanges oder eine Anschüttung entstehen, entweder in einem Böschungswinkel, welcher ihnen das natürliche Gleichgewicht verleiht, angelegt oder künstlich befestigt werden.

Sehr hohe Auftragsböschungen werden durch die Anlage von Bermen standfester. — Es sind dies wagrechte Absätze von 0,3—0,7 m Breite, die im Abstand von 1—2 m eingeschaltet werden.

Wenn das Böschungsverhältnis die Grenze des Gleichgewichts erreicht, so genügt es, als Vorkehr gegen Auswaschung und Abrutschung [1]), je nach der Art des Bodens und der drohenden Angriffe,

1) Erdabrutschungen an den Aufträgen entstehen entweder durch die Beweglichkeit (mangelnden Zusammenhalt, Steilheit etc.) der Anschüttung selbst, oder durch Lösung und

1) die Böschungen durch eine Ansaat mit Gras oder sonstigen niederen Gewächsen zu begrünen oder

2) streifenweise (wagrecht oder diagonal), schachbrettförmig oder ganz mit Rasen zu belegen, welcher mit kleinen Pflöcken festgenagelt wird, oder

3) die Böschungsflächen mit Pflanzen (bezw. Stecklingen oder Würzlingen) rasch wachsender Strauch- oder Holzarten zu besetzen, wozu sich Weißdorn, Hasel, Hartriegel und dergl., Akazie, Weide, Hainbuche, Weisserle — Fichte und Tanne (auf bindigem frischem) und Kiefer (auf sandigem und trockenem Boden) eignen.

An Böschungen, welche das Wasser bespült, empfiehlt sich

4) die Berauhwehrung, d. h. das Einlegen von jungen, schlanken Weidenruten in den Böschungsfuß, Heraufbiegen über die Böschungsfläche und Befestigen mit wagrecht darüber gezogenen dünnen Weidengerten-Geflechten (Würste oder Wippen genannt), welche angepfählt werden, in Verbindung mit einer Anschüttung groben Gesteins;

5) der Faschinenbau, bestehend aus dichtgereihten, wagrechten, in die Böschung hinein gerichteten Faschinenlagen, deren jede durch quer darüber gezogene, angepfählte Flechtwieden niedergehalten werden und absatzweise nach innen gerückt sich folgen.

Die Berührung des Gehölzes (Weiden, Schwarz- oder Silberpappeln, Haseln etc.) mit der auf- und hintergeschütteten Erde lockt beim Rauhwehr- und Faschinenbau zahlreiche Ausschläge vor, welche zu einem dichten, bodenschützenden Geflechte verwachsen. Schweren Oberbau ertragen jedoch solche Holzbauten nicht.

Wo die Böschungen steiler als 45⁰ oder sehr hoch werden, wo sie starkem Schub oder fließendem Wasser widerstehen müssen, ist

6) der Steinbau (Steinböschung) vorzuziehen. Die einfachste Befestigungsweise ist die Steinanschüttung in eingebogenem Profil ab, Fig. 42, hinter welcher die Erdböschung cd am besten etwas zurücksteht, während vor ihr eine Grabenrinne, ebenfalls mit Steinböschungen, das Gewässer fortleitet. Widerstandsfähiger ist die sorgfältige Fügung großer Gesteinstücke mit nicht zu steilem Anzug (höchstens a : h = 1 : 2), die größte Länge der Stücke bergein gerichtet, die Zwischenräume mit kleineren Stücken verkeilt, in absatzweisem Aufbau, entweder (Fig. 43) das gröbere Gestein in steilerer Böschung CD und EF, wechselnd mit dem kleineren Gestein in $^1/_1$ Böschung DE, FG oder (Fig. 43a) bei Mangel an grobem Gestein in gleichmäßigem Anzug, etwa a′ : h′ = 2 : 3, jedoch in Absätzen, welche auf je 1—1,5 m um 0,3 m einrücken — beides reichlich mit Gesteinstrümmern hinterfüllt, mit Sickerkanälen und Vorschüttungen für den Wasserablauf. Mit Hand- oder Stoßrammen werden die Steine befestigt, die Hinterfüllungen eingestampft.

Fig. 42.

Fig. 43. Fig. 43a.

Bewegung der Unterlage; in letzterem Fall ist diese selbst zuerst festzulegen, bezieh. zu entwässern, oder zu ersetzen.

S § 32. Der Mauerbau. Gegen den Schub lockerer beweglicher Erdkörper bietet der Aufbau einer Stützmauer mit kleiner Ausladung (z. B. $^1/_6$ oder $^1/_5$ h), in gutgefügten Steinmassen den wirksamsten Schutz, er bedingt aber reichlichen Vorrat tauglicher Steine, gelernte Arbeitskräfte und führt daher zu Steigerung des Bauaufwandes. Eine steilere Böschung kann unvermeidlich werden

a) weil eine volle Erdböschung auf Gewässer, fremdes, nicht erwerbbares Gelände, anstoßende Bauten, einen steilen Abhang oder dergl. träfe,

b) weil sie eine größere Erdmasse erforderte, deren Gewinnung, Anschüttung und (oder) Beifuhr die gleichen oder größere Kosten verursachen würde,

c) weil die Bodenbeschaffenheit zu Bedenken Anlaß gibt usw.

Wann und wo der Mauerbau vorzuziehen sei, muß vergleichend erwogen oder veranschlagt werden.

Beispiel (Fig. 44). Sollte an dem Wegdamme AMN die Böschung AB durch das Mauerprofil BC verkleinert werden, so würde der Ersparnis an

a) Baufläche in der Breite AC

b) Aufschüttung im Querschnitt ABC

Fig. 44.

der Aufwand des Mauerbaues mit der Krone BE und der Mauerhöhe Ef = h gegenüberstehen. Wäre das Dammprofil AM im Winkel MAG = β über dem Geländewinkel NAG = α, die Mauer dagegen mit dem Anzugswinkel BCD = γ und der Höhe h anzulegen (Höhe EF = H) — wären ferner cot β = 1, cot α = 2 und cot γ = 0,2 (d. i. $^1/_5$ Anzug der Mauerlinie), so ergäbe sich am Dammquerschnitt, wenn H = 1 — 2 — 3 — 4 — 5 m, eine Einsparungsfläche ABc in qm zu 0,22 — 0,89 — 2,00 — 3,55 — 5,55 [1]). Also bei H = 5 m, Mauerhöhe h = 3 m und bei 0,7 m Dicke der Mauerkrone würden auf 1 m Mauerlänge 3 cbm Mauerwerk nötig, um 5,55 cbm Erdanschüttung zu sparen.

Sollte hier das Mauerwerk billiger werden, so dürfte 1 cbm nicht über 5 M. kosten, während die Erd-Gewinnung und Beifuhr über 2,5 M. p. cbm und der Ankauf der Baufläche (AC = 4 m) schon über 0,5 M. p. qm kosten müßte.

Günstiger für den Mauerbau (und sicherer für die Anlage) wäre aber ein Geländeprofil wie NcP, ausgesprochen günstig für den Erdbau das Profil ACfN (wegen des höheren massigeren Mauerwerks).

In der Regel vermittelt in dieser Frage eine sog. halbe Futtermauer, d. h. eine innerhalb halber Höhe von AM angelegte Mauer, deren Errichtung im Walde sich als Trockenmauer, d. h. als Bau aus großen lagerhaften Steinen ohne Bindemittel noch günstiger stellt, als bei der Speismauer. Denn erstere erspart die Umstände und Kosten der Mörtelbereitung und Verwendung, ist in jeder Jahreszeit herzustellen, hemmt den Wasserablauf und die Abtrocknung nicht, leidet daher weniger durch Frost — nur bedingt sie mehr Anzug, mehr und gröbere Bausteine, $1^1/_5$—$1^1/_3$ der Speismauerstärke.

Jedes Mauerwerk muß dem Druck der Erdmasse, welche zwischen ihm und der natürlichen Abböschung der letzteren liegt, durch sein Gewicht und bindiges Gefüge so großen Widerstand entgegensetzen, daß seine Standfestigkeit auch noch ausreicht, wenn Wasser, Frost, Wurzeln oder Erschütterungen die verschiebende oder umstürzende Gewalt der Hinterfüllung verstärken. Aber die volle Sicherheit soll nicht durch übertriebene Mauerstärke zu teuer erkauft werden. Die Widerstandsfähigkeit ist nicht allein in der mittleren Mauerdicke, dem festen Gefüge und Gewicht zu erreichen, sondern zugleich in dem Anzug der Stirnseite (Verstärkung nach unten mit

---

1) Diese Zahlen stützen sich auf die für die drei cot α, β und γ entwickelte Gleichung (worin ABC — AcC = Δ)

$$\Delta = {}^1/_2\, H^2 \frac{(\beta-\gamma)\,(\alpha-\beta)}{\alpha-\gamma}.$$

der Zunahme der Höhe), einem guten M a u e r f u ß (Fundament) und örtlichen Verstrebungen durch die sog. P f e i l e r.

Es ist deswegen bei Trockenmauern Regel:

1. eine obere (Kronen-) Stärke nicht unter 0,60 m,

2. an der Vorderseite (Stirnfläche) $^1/_6$—$^1/_5$ Anzug und an der Rückseite Absätze von je 0,15—0,20 m auf je 1 m Höhe,

3. Verstärkungen dieser Zahlensätze gegen mutmaßliche Erschütterungen,

4. ein starker (etwa um 0,3—0,6 m vorspringender) und 0,6—0,8 m tiefer Mauerfuß auf fester, bezw. verdichteter oder durch eingelegte Bodenplatten hergestellter Unterlage,

5. schichtenweiser Aufbau aus lauter lagerhaften, mit ebenen Stoßfugen zugerichteten Steinen in richtigem Verband, d. h. jede Stoßfuge zweier Steine gedeckt durch einen Stein der nächsten Schichte und Verspannung durch Auskeilen der Fugen,

6. die Schichten senkrecht zur Mauerstirne (also nach innen geneigt, die kleinere Zahl der Steine mit der größten Länge quer in die Mauer, aber keine auf die schmalste Fläche gestellt,

7. beim Mangel an groben lagerhaften Steinen Absätze von 0,1—0,2 m auch auf der Stirnseite o d e r S p e i s m a u e r,

Fid. 45.

8. keine Trockenmauern von mehr als 10 m Höhe und

9. wenn Mauerhöhe (= h) über 5 m, mit Strebpfeilern (Fig. 45) von 0,7 bis 0,8 h Höhe, 0,3 h Breite, 1 bis 1,5 h Abstand und 0,15 h Fuß,

10. für den Wasserablauf (wo nötig) vorherige Entwässerung, kleine Abzugskanäle durch die Mauer und Hinterfüttern der letzteren mit Steintrümmern und unbindiger Erdart.

Für 1 cbm Trockenmauer sind, in Vorratshaufen geschichtet, 1,30—1,40 Raummeter Bruchsteine nötig.

S p e i s - o d e r M ö r t e l m a u e r n werden gebaut, d. h. sämtliche Steine in rasch verhärtende Bindemittel gesetzt,

a) wo die Bauzwecke wenig oder keinen Anzug zulassen (z. B. Durchlässe, Gewölbe),

b) die Mauerhöhe 8—10 m überschreitet,

c) nur Backsteine oder geringe Bruchsteine zu haben sind,

d) fließendes Gewässer das Mauerwerk bedroht.

Das gewöhnliche Bindemittel, der L u f t m ö r t e l, ist ein mechanisches Gemenge aus $^2/_3$ Quarzsand und $^1/_3$ gebranntem kohlensaurem Kalk, nachdem er zu Kalkhydrat abgelöscht ist. Für 1 cbm Mauerwerk bedarf man durchschnittlich 0,25 cbm Mörtel (und zu dessen Herstellung 0,22 cbm Sand und 0,11 Kalk) sowie 1,3 Raummeter Bruchsteine mit 75—80% Masse.

Zu W a s s e r b a u t e n dient der h y d r a u l i s c h e oder W a s s e r m ö r t e l, bei dessen Zubereitung die chemische Anziehungskraft zwischen Kalk, Thonerde und Kieselsäurehydrat benutzt wird, um Bisilikate unter Vermittlung hinzutretenden Wassers herzustellen, welche rascher verhärten (nach 4—6 Wochen steinhart sind).

Der Luftmörtel bedarf Zeit zur Zubereitung, der Wassermörtel wird unmittelbar vor Gebrauch bereitet. Frost zerstört aber bei beiden leicht die Bindekraft.

Dagegen schließen sich Speismauern gegen Wasser, eindringendes Wurzelwerk und Erdschub besser ab, haben mehr Gewicht und Zusammenhalt, erlauben daher steileren Anzug und schwächere Anlage.

Ist der Untergrund nachgiebig und unzuverlässig, so läßt man eine künstliche Gründung durch die sog. Betonierung oder ein Holzrostwerk dem Mauerbau vorhergehen.

S § 33. Bauten zum Ablauf des Wassers. Als Anstalten, um alles fließende Wasser, bevor es die Bauten beschädigt, aus ihrem Bereich fortzuleiten, dienen

die Seitengräben, die Querrinnen, die Sickerdohlen und die Durchlässe oder Abzugsdohlen.

Selbst in der Ebene nützt die beiderseitige Wegbegrenzung mit Gräben. Sie stellen den Wegkörper frei und fördern seine Abtrocknung; das Wasser führen sie seitwärts in Senklöcher oder in Hauptgräben ab. In nassen Tieflagen vergrößert man die Gräben.

Wo die Wegkrone in den Boden einschneidet, einseitig an Berghängen, beiderseitig bei Durchschnitten (Hohlgassen), müssen die Straßengräben längs des Böschungsrandes das niederrieselnde Wasser aufnehmen und weiterleiten; hiezu müssen sie ein genügendes Querprofil und Gefälle erhalten, mindestens 20 cm Sohlenbreite, 30 cm Sohlentiefe und 30—40 cm obere Weite, bei lockerem Boden und mehr als 7% Gefäll der Straße eine gepflasterte Sohle und beraste Böschungen.

Die aufgenommenen Regen-, Schnee- oder Quellwasser müssen dann von Strecke zu Strecke von der Berg- auf die Talseite über die Wege oder unter ihrer Oberfläche hinweg in die natürlichen Rinnsale geleitet werden. Wo die Neigung des Geländes zu gering ist, um in geschlossenen Querkanälen das Wasser unterirdisch abfließen zu lassen, oder die Kosten dafür zu beträchtlich erscheinen, lassen sich quer über die Bahn

Pflasterrinnen in flachen Mulden von etwa 3 m Breite und 15—20 cm Tiefe, an beiden Längsrändern durch tiefer greifende Bordsteine eingefaßt, herstellen. Weniger zu empfehlen sind

Quermulden (Kehren) aus kleinen Erdaufwürfen oder eingelegten hölzernen oder steinernen Schwellen und

hölzerne Querkanäle mit einem Schwellenpaar aus behauenen Stämmchen (am besten Eichenkernholz), welche an Pfahlhölzer befestigt und durch 2 oder 3 Querstücke in gleichem Abstand erhalten werden.

Alle diese Vorkehrungen teilen jedoch den Uebelstand, daß das Fuhrwerk beim Uebergang Stöße erhält und ausübt, das Wasser bei raschem Andrang überläuft, im Herbst Laub, im Winter Schnee und Eis sie anfüllt und das Wasser auf den Weg weist.

Wo die Geländeverhältnisse und Mittel es erlauben, verdienen die Durchlässe oder Abzugsdohlen, welche alle Tagwasser unter der Straßenbahn hindurchführen, bei richtigem Bau den Vorzug. Sie werden vom Fuhrwerk nicht empfunden, bleiben der Abnutzung und Beschädigung entgegen, lassen keine Eisplatten entstehen und fördern den Wasserablauf. Sie sind a) Röhren-, b) Deckel-, c) Gewölbdohlen.

Die einfachsten Röhrendohlen sind ausgebohrte entrindete mit Eisenreifen versehene Stammabschnitte, am besten von kienigem Kiefern- oder imprägniertem Tannen- oder Fichtenholz, besser, weil in größerem Querschnitt herstellbar und dauerhafter, aus dicken eichenen Bohlen zusammengesetzte und an den ver-

nuteten Fugen mit Leisten oder eisernen Bändern verschlossene und befestigte Kanäle, welche am Ein- und Auslaß einen regelmäßigen Abschluß durch ein kleines Backsteingemäuer mit überlegter Steinplatte erhalten (Fig. 46).

Fig. 46.

Hierher gehören auch die Tonnenbrücken, welche durch Ineinanderschieben von am einen Ende etwas verkürzten Teer- oder Erdölfässern hergestellt werden. Sie müssen ca. 1 m unter der Wegkrone liegen.

Die heutigen Fortschritte in der Zementfabrikation und die weite Verbreitung derselben lassen jedoch Zementröhren, weil viel dauerhafter, meistens vorziehen. Dieselben haben (Fig. 47) am einen Ende einen vorspringenden Hals ab, welcher in die Nute cd des nächsten Stückes eingepaßt wird, worauf mit weicher Zementmasse (oder Wasserkalk) die Fuge verstrichen wird; ihr breiter starker Fuß ef gestattet ihre sichere Gefällverlegung. Die über die Dammböschung hervorragenden Randteile der Endstücke am Ein- und Auslaß werden nach der Zusammenfügung des Dohlens in der Böschungsrichtung BR abgesägt. Die beliebig wählbare Lichtweite und Stärke läßt die Zementdohlen jedem örtlichen Bedarf anpassen. Ihr leichter Bezug und mäßiger Preis, ihre Haltbarkeit und leichte billige Verlegbarkeit lassen ihnen den Vorzug auch vielfach vor den Deckeldohlen geben.

Fig. 47.

Bei großer Lichtweite des Dohlens empfiehlt sich, zumal wo die Transportkosten hoch sind, die Anfertigung der Dohlen an Ort und Stelle durch Betonguß. Nachdem die Baugrube ausgehoben und ihre Sohle ins Gefäll gelegt ist, werden am Ein- und Auslauf je zwei Pfähle so weit in den Boden getrieben, daß ihr oberirdischer Teil gerade der Stärke des Dohlenbodens gleichkommt. Dann fertigt man aus starken Bohlen eine Leere, die dem Innenraum des Dohlens entspricht, bereitet den Beton für die Sohle, füllt ihn in die Baugrube und setzt auf die noch weiche Masse die entsprechend beschwerte Leere. Die Pfähle verhindern ein zu tiefes Einsinken. Darauf wird der Rest der Baugrube bis zum Dohlenrücken mit Beton gefüllt. Ist dieser fest geworden, so nimmt man die Leere heraus und deckt den Dohlen mit Erde ein.

Der Dohlenbau (gemauerte Durchlässe mit Steinplattendeckung) setzt genügenden Höhenabstand zwischen der Wegkrone und der Sohle der Wasserrinnen voraus, um mit ausreichender Lichthöhe und -Weite einen Abzugskanal herzustellen, welcher

a) beiderseits von einer Widerlagermauer,

b) auf der Sohle von einer Pflasterung oder einem Plattenbeleg,

c) über den Widerlagern von aufgelegten Steinplatten (Deckeln) begrenzt ist und

d) über den Deckelplatten eine schützende Erddeckung (Ueberfahrt) von ca. 50 cm haben muß.

Die Bau-Ausmaße richten sich in jedem Einzelfalle nach dem Abstande der Wegkrone über der Sohle des natürlichen oder künstlichen Wasserlaufs, der Kronen-

breite, Bodenneigung und beiderseitigen Böschung sowie nach der größten Menge des Wasserzuflusses. Die geringste Lichtweite (Abstand der Widerlager ab) — siehe Fig. 48a — und Lichthöhe (Widerlagerhöhe cg ohne Mauerfuß) sollte nicht unter 0,5 m sein — die größte Lichtweite nicht über 1 m (wegen der Tragkraft der Deckelplatten).

Fig. 48a.

Die Kronenstärke der Widerlager, nach innen lotrecht, nach außen stufenweise im Aufbau, ist mindestens zu 0,4 m, für Lichthöhen über 1 m bis zu 0,8 m zu bemessen, der Mauerfuß zu 0,3 bis 0,6 m Höhe und mindestens 0,6 m Stärke. Die Widerlager laufen am Ein- und Auslaß in Flügelmauern aus, welche entweder im Profil der Dammböschung oder einer Stirnmauer (mpon) verlaufen — Fig. 48b —. Zwischen den Widerlagern wird die Sohle mit einem 0,10 bis 0,20 m starken Rollpflaster, zum Schutz gegen Unterspülung, versehen, welches am Ein- und Auslaß mit einer Holz- oder Steinschwelle abschließt, oder die Sohle wird mit Steinplatten ausgelegt, welche in die beiden Widerlager greifen. Nur bei starkem Wasserzudrang wird zu diesen Bauten Mörtel verwendet.

Fig. 48b.

Quer über die ausgeglichenen Widerlager greifen die Dohlen-Deckel, massive von Rissen freie Steinplatten; ihre Stärke muß mit zunehmender Lichtweite von 12 bis 30 cm steigen, ihre Länge muß ausreichen, um mindestens noch 20—25 cm der Widerlagerkrone zu decken. Ihre Stoßfugen (st) sollen gut schließen, in kleinen Lücken mit Steinsplittern und Mörtel, Lehm oder Moos ausgefüllt werden, damit von oben keine Erde durchrinnt. Als Ersatz der Steinplatten können Zementplatten, gegen Rost geschützte eiserne Platten oder imprägnierte Spunthölzer (Bohlen) dienen, namentlich wo bei beschränkter Raumhöhe der Dohlenabschluß die Wegfläche erreicht.

Fig. 48c.

Jeder Dohlen muß genügenden Fall (3—7%) haben, damit das Wasser weder etwas ablagert, noch den Bau angreift. Vor dem Einlaß ist die Anlage eines „Einfalls" d. h. eines schachtartig bis zur Grabensohle aufgemauerten Kessels (Fig. 48c) unterhalb des Auslasses Aufmauerung oder Auspflasterung der Wasserrinne so weit geboten, als der Bodenzustand künstliche Befestigung rätlich macht.

Erlaubt der starke Geländeabfall an der Baustelle kein mäßiges Durchlaß-Gefälle, so müssen zur vollen Sicherheit die Sohle, Widerlager und Dohlenplatten aufwärts in mehreren Stufen aufgebaut werden (Stufendohlen Fig. 48d).

Ist zeitweise ein Wasserandrang zu befürchten, für welchen das größtzulässige Durchlaßprofil eines Deckeldohlens nicht ausreicht, die Oertlichkeit jedoch zu Durchlässen anderer Art zu beschränkt, die Weghöhe über der Sohle zu nieder, so ist die Anlage eines Doppeldohlens (gekuppelten Durchlasses) zu erwägen. Ein solcher besteht (Fig. 48e) aus einem „Tragpfeiler" von mindestens 0,6 m Stärke als Mittelwand, beiderseits lotrecht aufgemauert und zwei Widerlagern in gleichem Linienzug, von welchen die Deckelplatten auf den Pfeiler hinübergreifen. Er stellt also zwei pa-

rallel verlaufende Deckeldohlen dar, deren jeder jedoch mit stärkeren Ausmaßen und einseitiger Flügelmauer hergestellt wird. Droht stärkerer Wasserangriff, so ist ein solcher Bau ganz in Wassermörtel zu setzen.

Fig. 48 c.

Fig. 48 d.

Nach Feststellung aller Ausmaße beginnt ein Dohlenbau mit der Aushebung der *Baugrube*. An beiden Enden der Baugrube errichtet man ein Lattengestell nach der Lichtweite und -Höhe des Dohlens und spannt dazwischen Schnüre, nach welchen die Fundamentierung und der Aufbau der Widerlager erfolgt.

S § 34. *Gewölbdohlen.* Muß eine Verkehrslinie einen Wasserlauf überschreiten, für welche kein Doppeldohlen mehr genügt, so macht der größere Aufwand der alsdann nötigen *Ueberwölbung oder Ueberbrückung* genauere Untersuchungen über die Erlangung der günstigsten Baubedingungen zur Pflicht. Wichtig ist die Ermittelung des *Baugrundes*, der *Normalbreite* des Wasserlaufs, seiner *Mittellinie* (Sohlenrinne) und der *Baurichtung* zu ihr (normal, schief oder im Bogen), der nötigen *Lichthöhe* und *-Weite* des Baues, des mittleren *Wasser- und Straßengefälles*, der *Bauformen* und *Baustoffe*, welche für die Oertlichkeit zur Wahl stehen und genügen.

Der *Baugrund* muß so viel Trag- und Widerstandsfähigkeit zeigen, daß er dem Druck nicht nachgibt, welchen das Eigengewicht des Bauwerks und seine Belastung mit Fuhrwerken ausübt, und zugleich die Angriffe des Wassers und den Schub der Erdmassen auf und hinter den Bauteilen aushält. Am unzuverlässigsten, für Steinbauten oft ganz untauglich ist Moor und Sumpf, von den angeschwemmten Böden der Flugsand; Sand- und Kiesboden heischt künstliche Befestigung; bindige Böden bieten für kleinere Bauwerke noch einen sicheren Baugrund ohne besondere Vorkehr. Volle Sicherheit auch für größeren Bau gewähren die steinigen Böden des Gebirges.

Will man einen Wasserlauf überwölben, so ist der Wegzug so einzurichten, daß die Mittellinie des Gewölbes möglich normal gegen den Wasserlauf steht, oder es ist der Wasserlauf zu regeln.

Ein gewölbter Durchlaß setzt sich zusammen aus den beiden längs den Uferlinien hinziehenden *Widerlagern*, dem von ihnen getragenen *Gewölbe*, den *Flügelmauern* (bezw. Strebpfeilern), *Traggurten*, *Stirnmauern*, der *Gewölbsohle*, *-Eindeckung* und *Hintermauerung*, sowie den *Brüstungen* oder *Geländern* beiderseits der Fahrbahn. Der Bauplan muß, maßgeblich der Straßenachse AB (Fig. 49), der Mittelrinne des Wasserlaufs CD und der Höhe GH und JK der Fahrbahn über den Uferlinien LM und NO die Ausmaße, Richtungen und Formen der einzelnen Bauteile feststellen. Zeichnungen stellen den *Grundriss*, die *Aufrisse* des Ein- und Auslaufs (Rücken- und Stirnseite), den *Längs-* und *Querschnitt* (Lotschnitte in der Richtung des Wasserlaufs und des Wegzugs) im Maßstab von 1 : 50 bis höchstens 300 dar. Am wichtigsten sind die Widerlager mit dem Gewölbe, deren Höhe, Weite und Stärke nach dem Querprofil des Gewässers beim höchsten bekannten Wasserstande reichlich zu bemessen ist.

Die Licht- und Spannweite der Widerlager muß nämlich der zufließenden Wassermenge auch beim höchsten Wasserstand ohne Stauung den Abfluß gestatten, ihre Stärke aber danach bemessen sein, daß sie das Gewölbe nebst der Belastung durch die Fuhrwerke tragen, dem Druck der Hinterfüllung und dem Angriff des Wassers widerstehen, also mit der Spannweite zunehmen, um durch ihre Standfestigkeit die Verbindung beider Ufer zu vermitteln. Bei gleichheitlicher Spannung und Lastenverteilung über dem Gewölbscheitel hat jedes Widerlager die halbe Belastung zu tragen und einen wagrechten Schub auszuhalten, welcher von der Spannungsrichtung abhängt. Der Gewölbebogen bildet eine Verbindung von senkrecht zur Bogenlinie (radial) gefügten Gesteinstücken, deren jedes, ohne wagrechte Unterlage, zur Erhaltung des Gleichgewichts eine solche Lage einnehmen muß, daß der Schub seines Eigengewichtes nnd seiner Belastung vom nächsten und der summierte schiebende Druck mehrerer Gewölbsteine von jedem folgenden ertragen wird, ohne ihre Lage und ihren Zusammenhalt zu verändern. Eigengewicht und Belastung wirken als wagrechte und lotrechte Kraft und müssen sich als Mittelkraft in einer Richtung bewegen, welche innerhalb der Fugenfläche fällt und ebenso beiderseits von der Fugenfläche einer widerstandsfähigen Unterlage aufgenommen und ertragen wird. Die Verbindung der Schwerpunkte aller Gewölbsteine muß eine „Drucklinie" ergeben, welche innerhalb der Gewölbstirne fällt.

Fig. 49.

Die Gewölbsteine, jeder nach der Gewölbform (Fig. 50) auf den Radialschnitt beiderseits behauen, reihen sich von den Widerlagern aufwärts in durchlaufenden nSchichten aneinander, bis im Gewölbscheitel als Schichte n + 1 die Schlußsteine die Reihen schließen.

Bei richtiger Gewölbanordnung kann man auch kleine Gewölbe aus trockener Fügung der Steine (ohne Bindemittel) haltbar herstellen. Jedoch ist es meistens ratsam, die Sicherheit durch eine gute Mörtelverbindung zu erhöhen.

Die einfachste und sicherste Gewölbanordnung gewährt der Halbkreis (K r e i s-gewölbe), dessen Gewölbe- oder Pfeilhöhe p = Hälfte der Spannweite (½ s) und dessen Halbmesser (r) somit am kleinsten ist (= p). Diese Bauart erfordert jedoch die größte Gewölbmasse, das höchste Lehrgerüste, die größte Höhe der Bahn über der Bausohle (bringt also den Gewölbescheitel der Fahrbahn am nächsten) und verengt bei steigendem Wasserstand die Durchflußweite. Bei beschränkter Bahnhöhe AB über dem Wasserspiegel (Fig. 50) ermäßigt man daher den Pfeil CD z. B. auf Cd nach Annahme des Bogenursprungs MN (= s) mit der für den Durchfluß nötigen Höhe MO über der Sohle: Stichbogengewölbe (ge-

Fig. 50.

drückter Bogen). Die noch zulässige Grenze derartiger Verdrückung bei einfachen Bauten ist bei $s = r$ (d. h. Sehne gleich der Seite eines eingeschriebenen Sechsecks).

Ist s und p gegeben, so ergibt sich der Mittelpunkt des herzustellenden Kreisbogens graphisch durch Errichtung von Senkrechten auf der Mitte der Sehne Md und Nd oder durch Berechnung aus

$$r^2 = (r - p)^2 + (\tfrac{1}{2}s)^2 \text{ oder wenn Sehne } Md = a \text{ aus } a^2 : 2p.$$

Beim Bogen größter Drückung (kleinste Gewölblinie) ist $p = 0{,}134\ s$, beim vollen Halbkreis (größte Gewölblinie) $= 0{,}5\ s$. Das Maß der Verdrückung gibt die Gleichung $v = p : s$ an.

Trocken gemauerte Gewölbe würden größtmöglichen Pfeil, gleichmäßige Zurichtung und Verkeilung der starken Gewölbsteine und gute Verbindung mit sauber gefügten massiven Widerlagern bedingen.

Als Ansätze zur Ermittelung der Gewölbstärke können die folgenden dienen, worin s = Lichtweite, d = Scheitelstärke des Gewölbes, D = Gewölbstärke über dem Widerlager („Kämpfer“, δ = mittlere Gewölbstärke, α = Höhe der Aufschüttung über dem Gewölbe.

$$\text{I. } d = (0{,}035\ s + 0{,}33) \text{ Meter,}$$

$$\text{II. } \delta = (0{,}05\ s + 0{,}40)\ (1 + 0{,}04a) \text{ Meter,}$$

$$\text{III. } d = 0{,}85\ \delta \text{ und } D = 1{,}15\ \delta \text{ oder } 1{,}35\ d \text{ (bis nahezu 2d).}$$

Für Stichbogen

$$\text{IV. } \delta = (0{,}025\ \frac{s^2}{p} + 0{,}40)\ m$$ [1].

Da die Gewölbestärke sich hauptsächlich nach der Lichtweite und die Stärke der Widerlager nach dem Druck des Gewölbes zu richten hat, so läßt sich auf analogem Wege auch eine Gleichung für die Stärke der Widerlager am oberen Ende (Kämpferstärke K) aufstellen und zwar

für Halbkreisgewölbe im Metermaß

$$\text{V. } K = (0{,}03\ s + 0{,}65 + 0{,}07\ h)\ (1 + 0{,}06\ a),$$

für Stichbogengewölbe im Metermaß

$$\text{VI. } K = (0{,}03\ \frac{s^2}{p} + 0{,}65 + 0{,}07\ h).$$

Ist $a < 2m$, so kann dieser Faktor bei Formel II und V wegfallen.

Für größere Gewölbbauten wird häufig bei schwacher Drückung $K = 0{,}2\ s$ und bei stärkerer $= 0{,}25$ bis $0{,}3\ s$ als Näherungswert genommen.

Zur genügenden Stärke muß aber bei den Widerlagern auch die Anwendung starker dauerhafter Bausteine und guter Bindemittel, sorgsame Fügung und Schichtung und ausreichende Vorkehr gegen Unterwühlung und Ausspülung empfohlen werden.

Von Wichtigkeit sind außerdem die Verstärkungen und sichernden Abschlüsse durch die Flügelmauern und (oder) Pfeiler.

a) Bei kleinen Wasserläufen mit wenig Gefälle, Ueberfluß an Erde und Mangel an Bausteinen baut man „l i e g e n d e G e w ö l b e“ d. h. läßt die Widerlager in Flügelmauern endigen, welche in die Dammböschung verlaufen, (umrahmt mit schmaler Stirnmauer). Fig. 51 a.

b) Bei der Ueberbauung enger Talschluchten mit größerem Gefälle, leichter Beschaffung von Bausteinen baut man s t e h e n d e G e w ö l b e, d. h. man läßt am Ein- und Auslaß die Widerlager in Stirnmauern endigen, welche mit $^1/_5$ bis $^1/_6$

---

1) Siehe Ed. S c h m i t t, „Der Erdkunstbau“. I. Teil. Leipzig 1871 S. 58.

Anzug bis zur Straßenkante aufsteigen und beiderseits an die Talwände anschließen. Fig. 51 b.

Fig. 51 a.

Fig. 51 b.

c) Soll die Standfestigkeit des Gewölbes noch verstärkt und gegen seine Hinterspülung Vorkehr getroffen werden, so läßt man die Widerlager in starke Flügelmauern auslaufen oder bringt vor denselben noch Strebpfeiler an.

Einen Abschluß und Schutz gegen oben bilden die Deck- und Traggurten, sauber geformte Stein- oder Zementplatten, 40—50 cm breit, 7—10 cm stark, welche über dem Gewölbe auf der Mauerstirne verlegt sind und dieselben um 5—10 cm überragen.

Hat das Bachbett keine von Natur feste Sohle, so wird entweder, wenn es breit, das Widerlager gegen die Ufer mit einem gepflasterten Vorland geschützt oder, wenn schmal, die ganze Gewölbsohle mit einem Rollpflaster versehen.

Weitere Sicherheitsregeln sind:

Das Gewölbe mit einer wasserdichten Lehm- oder Wassermörtelschichte einzudecken, die Widerlager bis gegen die halbe Gewölbhöhe zu hintermauern, jeden Wasserlauf von oben abzulenken.

Die Bauausführung beginnt mit der Errichtung der Widerlager und etwaigen Flügelmauern. Sind diese bis zum Gewölbanfang gediehen, so folgt das Aufschlagen des Lehrgerüstes (Einschalung), ein Gefüge aus Pfosten und darauf ruhenden Quer- und Längsbalken, welches zwischen und längs den Widerlagern auf der Bausohle steht (oder mit Verstrebungen und Klammern zwischen die Widerlager eingespannt hängt — stehendes, hängendes Gerüst) und die in der Bogenform des Gewölbes ausgeschnittenen Lehr- oder Rüstbögen in höchstens 1,5 m Abstand und darauf eine der Innenseite des Gewölbes entsprechende Bohlenverschalung trägt. Sodann wird das Gewölbe, aus den sorgfältig hergerichteten Steinen von beiden Seiten her gleichmäßig emporgemauert und schließlich genau im Scheitel die Schlußsteine eingetrieben, um die Verspannung des Gewölbes zu bewirken. Wenn gut eingepaßt und festgefügt, so darf nach Wegnahme des Gerüstes (Entschalung, Ausrüstung) das Gewölbe sich höchstens um einige cm setzen, seitwärts aber nicht verschieben. Speisgewölbe bleiben zur Abtrocknung und Verhärtung der Bindemittel 2—3 Wochen über dem Gerüste stehen. Zeigt es sich nach der Ausschalung standfähig, so werden die Stoßfugen des Gewölbinnern noch ausgekeilt und überarbeitet, die Eindeckung und Aufschüttung bis zur Fahrbahn und diese selbst durchgeführt.

S § 35. Holzbauten. Im Walde entspricht eine Ueberbauung von Gewässern mit einem reinen Holzbau oder ein hölzerner Oberbau auf gemauerten Widerlagern oft mehr als ein schwerer Steinbau. Die Gebälkverbindungen einer Holzbrücke stützen sich auf die natürliche Tragfähigkeit der Baumstämme, indem bei kleinen Brücken von einer Uferfeste zur anderen, bei grösseren mit Zwischenpfeilern (Jochen) Balken verlegt, mit dem Uferbau verbunden

und mit Streben, Unterzügen, Klammern und Schraubwerk befestigt und verstärkt werden. — Die forstlichen Bauaufgaben können nur darin bestehen,

1. einfache Uferfesten aus gemauerten Widerlagern (Pfeilern) oder aus hölzernen Spundwänden (Uferjochen) aufzurichten.

2. darüber ein Brückengerüste zu verlegen, welches

3. die Brückenbahn und, wo nötig, ein beiderseitiges Brückengeländer trägt.

Bei den Wegen unterster Ordnung — „Fußstege" — ist Holzbau Regel.

Auf festem Boden sind Widerlagsmauern wie bei den Deckel- und Gewölbdohlen mit gutem Fundament anzulegen. Die Mauerhöhe bestimmt sich nach der Bahnhöhe über dem Ufer, die obere Länge aus der Kronenbreite der Straße, die Stärke muß mit der Höhe, Lichtweite und dem Druck der Hinterfüllung zunehmen. Die Verbindung mit dem Brückengerüste vermitteln die Mauerlatten (wovon unten).

Die Uferwände aus Holz sind bei den einfachsten Bauten und Notbrücken ein Gefüge von aufrecht in den Boden gerammten Rundpfosten, in deren Längsnuten etwas schwächere Rundhölzer mit den zugerichteten Endkanten fachweise eingelegt werden, mit oberem Abschluß durch den wagrecht über die Köpfe der Pfosten streichenden und mit Holznägeln verzapften oder verschraubten Holm (Fig. 52). Den Fuß muß eine Abpflasterung oder grobe Steinschüttung schützen; mit kleineren Steinen oder Kies wird hinterfüllt. Dauerhafter werden die Uferjoche aus Eichenkern- oder imprägniertem Nadelholz hergestellt: Bohlwände von 7—10 cm Stärke mit Wechselstößen zwischen und hinter kantigen Eichenpfosten von 15—20 cm Beschlag, mit Verzapfung, Verschraubung und eventuell Verklammerung des Holms, die Flügelwände von der Hauptwand stumpf zum Ufer hinstreichend, hohe Jochpfähle (Pfosten) verankert, d. h. durch wagrechte Zangenhölzer mit schief eingerammten Ankerpfählen verschraubt.

Fig. 52.

Fig. 53.

Die einfachsten Brückengerüste sind die Stangen-(Trammen-)Brücken, mittelst welcher man kleinere Wasserrinnen (Gräben, Bäche) überbaut (Fig. 53):

Auf beiden Ufern werden 3 starke Pfosten eingerammt, welche eine Schwelle tragen, auf diese zwei oder drei 20—25 cm starke Streckbäume wagrecht verlegt und quer mit dicht gereihten etwa 15 cm starken oben und unten flach behauenen Stammtrummen eingedeckt und an beiden Enden mit einer aufgeschraubten, gleichstarken Saumschwelle befestigt. An den eingerammten Pfosten bilden quer aufgeschraubte Bohlen (oder Stangen) den Abschluß gegen die mit der Wegbahn zu verbindende Steinanschüttung. Ueberkiesung oder Ueberschotterung der Bahn. Ihre Haltbarkeit ist höchstens eine 12 jährige. Die Spannweite sollte 3 m nicht überschreiten. Größere Tragfestigkeit und Dauerhaftigkeit gewährt ein auf die Jochholme aufgeschraubtes

Paar geschnittener Eichen- (oder Kiefern-)Krummhölzer [1]), welche, wie Fig. 54 andeutet, noch weiter mit hölzernem oder schmiedeisernem Gitterwerk verbunden und verstärkt werden und eine mit Saumschwellen niedergehaltene Bohlendeckung tragen. Die Sprengweite darf hier bis zu 5 m gehen.

Fig. 54.

Zur vollen Tragfähigkeit für schwerere Stammholzfuhren dienen die einfachen Balkenbrücken. Sie bedürfen nur einer geringen Höhe über dem höchsten Wasserspiegel, einer noch mäßigen Holzmenge, sind den Ausbesserungen stets zugänglich und mit wenig Mühe versetzbar.

Bei Uferfesten aus Spundwänden nimmt der Holm, bei gemauerten Pfeilern die Mauerlatte, ein kantiger Balken von Pfeilerlänge und 25—30 cm Stärke, auf der Mauer mit eisernen Dollen und Klammern befestigt, die Streckbalken (Dohlbäume) auf, an den Enden kantig beschlagene je nach der Holzart 30—45 cm starke Balken, gegen Durchbiegung höher als breit (im Verhältnis 7 zu 4—5); sie liegen in der Wegrichtung mit „Verkämmung" auf den Mauerlatten, um $^3/_4$—1 m über sie greifend, in der Auflage mit konservierenden Stoffen umfüttert, durch einen unter ihnen angelegten Sammelkanal gegen dauernde Nässe geschützt. Um die Tragkraft der Streckbalken, welche mit dem Eigengewicht der Brücke (dauernde Last) und jenem der beladenen Fuhrwerke (zufällige, bewegliche Last) beschwert werden, nicht zu überspannen, muß denselben ein entsprechender Gesamtquerschnitt (= Produkt der Balkenzahl und der Querfläche aus ihrer Rundstärke d) gegeben werden, gemäß der relativen (Durchbiegungs-)Festigkeit eines gleichmäßig belasteten an den Enden fest aufliegenden Balkens für die Spannweite s.

Man soll aber eine Rundstärke d in cm nach der Spannweite erfahrungsmäßig

			also z. B. für s = 6 m	= 8 m
bei Eichenholz	zu	(3,0 s + 15) cm	33	39 „
„ Kiefernholz	„	(3,5 s + 16) „	37	44 „
„ Tannen- und Fichtenholz	„	(3,6 s + 18) „	39	46,5 „

und den Abstand der Balken von Mitte zu Mitte etwa so nehmen:

einspurige Bahn	4 Streckbalken	0,8 bis 1 m	Abstand
zwei „ „	5 „	0,7 „ 1 „	„
desgl. mit Fußbahnen	7 „	0,65 „ 0,90 „	„

Für leichte Bauten jedenfalls schmale Fahrbahn für 1 Fuhrwerk, mit Ausweichplätzen vor den Brückenenden.

Fig. 55.

Bei größerer Spannweite verstärken sog. Sattelhölzer, welche zwischen der Mauerlatte und den Streckbalken verlegt, bei $^1/_4$ s ganzer Länge, jederseits um 0,75 m vorspringen (Fig. 55), die Sicherheit, bezw. gestatten schwächere Ausmaße der Streckbalken.

Große Verbiegungen und Schwankungen des Brückengerüsts, zu starkes und ungleiches

1) Nach dem Erfinder Lavessche Balken genannt.

Weichen und Lockern der Verbindungen vermindern die Durch- oder Unterzüge, Balken von vierkantigem Beschlag, 18—24 cm stark, deren 1 bis 3 in der Länge der Brückendeckung unter den Streckbalken hindurchziehen, mit durchgreifendem Schraubwerk an die Streckbalken (nur an die äußeren oder an alle) befestigt. Ein einfacher Bretter- oder Bohlenbeleg bildet die Brückenbahn, beiderseits über die äußeren Streckbalken greifend, durch die Saumschwellen, zwei lange oben abgekantete Balkenstücke, niedergehalten, zuweilen noch mit einfachem hölzernem Geländer.

Bei größerer Spannweite würde die Durchbiegung und Schwankung des Brükkengerüstes zu groß oder die Verstärkung des Gebälkes den Bau zu sehr verteuern und schwerfällig machen. Es muß daher, wenn man die Errichtung eines Zwischenjoches zwischen den Uferpfeilern vermeiden will, eine Verstrebung der Streckbalken eintreten:

a) Lassen niedrige Ufer das Hochwasser nahe an das Brückengerüst heran, so geschieht die Verstrebung von oben durch ein sog. Hängwerk (Fig. 56). Auf die beiden äußeren Streckbalken wird je ein kantiges Balkenstück von gleicher Stärke und einer Länge von mindestens $^1/_5$ s, die Hängesäule hk, senkrecht eingelassen und durch die beiderseitigen Streben st mit ersteren in mindestens 22⁰ Neigung verbunden. Dazu kommt ein Unterzug, welcher auch die inneren Streckbalken zu tragen hat und entweder nur mit den äußeren (mittelst des durchgreifenden „Hängeisens" oder beiderseits angeschraubter eiserner Zangen) oder auch mit den Zwischenbalken durch Schraubwerk verbunden ist[1]). Diese Bauart erlaubt Spundwände als Uferfesten und eine vierfache Belastung in Vergleich mit der einfachen Balkenbrücke.

Fig. 56.

Ueber 9 m Spannweite hinaus bedarf es zu hoher Säulen und zu starker Verstrebungen, also bei größerem Eigengewicht eine schwerfällige Bauform, mehr und stärkeres Holzwerk und Eisen, festeren Unterbau. Besser werden daher etwa auf je $^1/_3$ der Spannweite zwei Säulen eingesetzt, mit einem wagrechten Spannriegel (rs) dazwischen und ein Strebbalken (st) jederseits, ebenso zwei Unterzüge zur Versteifung der inneren Streckbalken verwendet — oder man verlängert, wenn die Bahnhöhe über dem Hochwasserstand es erlaubt, die Verstrebungen bis zu den Uferfesten in u, bezw. bringt noch Strebhölzer $t_1 u$ zwischen den äußeren (oder allen) Streckbalken und den Uferfesten an, verbindet also das Hängwerk mit einem Sprengwerk.

b) Sind die Ufer hoch und fest (Felsen, Widerlagsmauern), so ist ein Sprengwerk vorzuziehen, d. h. ein Bau, bei welchem das Brückengerüste AB (Fig. 57) durch die auf die Uferpfeiler gestützten Streben ab und cd getragen wird.

Fig. 57.

Auch hier genügt bei Spannweiten unter 10 m für das Befahren mit leichterem Fuhrwerk eine Verstrebung aller Streckbalken, in $^1/_4$ oder $^1/_3$ s (z. B. in m und n)

1) Frei ohne Schraubwerk durch den Unterzug getragene Zwischenbalken heißen „Losbalken".

oder in der Mitte der äußeren beiden, an einem Unterzug bc, welcher auch die Zwischenbalken stützt.

Bedarf es größerer Verstärkung, bzw. ist die Spannweite größer, so läßt man die Strebbalken (nicht unter 22—24 Neigung) gegen 2 Unterzüge (m und n) richten, welche unter sich durch einen zwischenliegenden Spannriegel getrennt entweder mit allen Streckbalken verschraubt sind oder die inneren als Losbalken tragen. Die Hirnflächen der Strebbalken pflegt man wegen der Stöße hart auffahrender schwerer Fuhrwerke mit Metallplatten zu verlegen. Die Strebbalken sollen in der Stärke den Streckbalken nahe kommen; nur bei mäßiger Länge derselben sind die Sprengwerke zuverlässig.

Die Brückenbahn besteht bei schwächerem Verkehr aus 6—10 cm starken Bohlen aus Eichenkern- oder gutem Kiefernholz, lang genug, um das Brückengerüste um 0,3 bis 0,5 m über die Streckbalken hinaus zu decken oder um (in halber Länge) gegen die Bahnmitte in Wechselstößen verlegt und aufgenagelt zu werden. Starker Verkehr heischt 10 bis 15 cm starke Bohlen und darüber, ihre Fugen und Stöße deckend, eine zweite Lage dünnerer Bohlen in Fahrbahnbreite (Spurbohlen).

Fig. 58.

Durch größere Höhe der Mittelbalken (bzw. Aufnageln von Querleisten erzielt man einige Neigung der Brückenbahn nach beiden Seiten für den Wasserablauf.

Die Saumschwellen, zu 20—25 cm beschlagene oben abgekantete Hölzer, welche über den äußeren Streckbalken mit ihnen verschraubt auf der Brückendeckung laufen, halten letztere fest.

Für jede hölzerne Brücke ist sorgfältige Auswahl gesunden, trockenen (seit Jahresfrist gefällten) Holzes, saubere pünktliche Fügung, dauerhafte Befestigung mit neuem rostfreiem Eisenwerk, weiterhin fleißige Nachschau und zeitiges Auswechseln schadhafter Teile streng geboten. Häufige Nachbesserung ist eine ihrer größten Schattenseiten, darf aber nie verzögert werden.

§ 36. Brücken aus Stein und Eisen. Die gewalzten eisernen I-Träger, welche im Hochbau verwendet werden, können auch zur Erstellung von Brücken mit bis ca. 10 m Spanweite dienen. Die Widerlager sind aus Stein zu errichten, über sie werden dann die Träger mit einem Abstand von 0,7—1,0 m so gelegt, daß sie beiderseits etwa ½ m (mindestens das 1 ½fache ihrer Höhe) auflagern. Bei Spannweiten unter 3 m kann die Ausdehnung des Eisens mit steigender Temperatur vernachlässigt werden und die Träger dürfen direkt auf der hölzernen Mauerlatte oder den Steinquadern selbst mit eisernen Schraubenbolzen befestigt werden. Bei größerer Spannweite muß jedoch wegen dieser Ausdehnung — in maximo in unserem Klima 1 mm für den Längenmeter — eine kleine Bewegung in der Längsrichtung möglich sein. Man lagert die Träger daher auf Eisenplatten, die auf der Brüstung der Widerlager befestigt sind.

Um Seitenschwankungen zu verhindern, läßt man die Träger im Abstand von 1,5—2 m durchbohren, zieht Eisenstäbe durch und befestigt sie mit Schraubenmuttern.

Bei Spannweiten von mehr als 6 m und starker Belastung — Waldbahnen — empfiehlt sich mehr folgender Aufbau [1]). Senkrecht zu den Widerlagern werden

1) Landsberg Brückenbau und K. Esselborn Lehrbuch des Tiefbaus II. 3. Aufl. p. 167 ff.

mindestens 2 Hauptträger (a in Fig. 59) gelegt. Auf ihnen liegen — meist im rechten Winkel — die Querträger 1. Ordnung (b), welche die Last gleichmäßig auf die Längsträger übertragen. Auf diesen ruhen dann die Längsträger 2. Ordnung (c), die direkt die Schwellen der Waldbahn oder nochmals Querträger tragen, auf denen der Brückenbelag befestigt wird. Die seitliche Versteifung wird durch die Diagonalstreben (d) bewirkt. Die Verbindung der einzelnen Teile erfolgt durch Nieten.

Fig. 59.

a b c d

Der Brückenbelag kann gebildet werden durch: 1. Wellblech, 2. Zoreseisen, 3. Holzbohlen. Alle Eisenteile sind durch mehrmaligen Oelfarbenanstrich gegen Rost zu schützen. Besteht der Brückenbelag aus Eisen, so ist darüber eine Schotterdecke zu bringen.

S § 37. S i c h e r h e i t s a n l a g e n. Alle ständigen größeren Weganlagen, welche über Wasserläufe hinweg, an Gewässern, Abstürzen und steilen Hängen vorbeiführen oder hoch über dem Boden angelegt sind, müssen an ihrem Rande mit Schutzvorkehrungen versehen werden. Diese sind

1. k ü n s t l i c h e E i n f a s s u n g e n aus Holz, Stein, Eisen und Verbindungen derselben; hölzerne Geländer aus Rundpfosten, zugespitzt, angekohlt und in heißen Holzteer getaucht oder imprägniert, mit eingezapftem oder aufgeschraubtem Geländerholm und in halber Höhe eingefügten oder aufgenagelten Riegelhölzern. Sie sind billig, aber nicht dauerhaft; schon besser behauene steinerne Pfosten, mit dem rohen Fuß (Bossen) eingemauert, mit eingefügten Riegelhölzern und aufgelegtem Holm.

Bei Holzbrücken werden die 20—25 cm starken brusthohen Geländerpfosten mit je 3—4 m Abstand, durch die Brückendeckung greifend, an den Streckbalken befestigt und durch Büge aufrecht und festgehalten; der Geländerholm, eingezapft und aufgeschraubt, 15—20 cm stark, verbindet die Pfosten wagrecht, die Riegelhölzer, 8—10 cm stark, rund oder vierkantig, laufen in halber Höhe durch die Pfosten.

Nach völliger Abtrocknung im Sommer dreimaliger Holzteer- oder Oelfarb-Anstrich.

Abweis- oder Prellsteine, rauh zugerichtete Felsstücke, innerhalb des Straßenrandes breitfüßig auf je 2—5 m Abstand eingesetzt und ummauert.

Brüstungen (an gefährlicheren Stellen) aus zusammengefügten Felsblöcken oder Trockenmauern, mit Wasserdurchlässen oder freien Zwischenräumen zur leichteren Abtrocknung der Fahrbahn.

Brustwehren auf Doppeldohlen oder gewölbten Durchlässen, in Zement gemauert oder besser massiv aus größeren Felsblöcken gearbeitet, beiderseits aus einem Stück oder gutgefügt und durch eingebleite Eisenklammern verbunden, wenn lang, mit Wasserdurchlässen.

2. N a t ü r l i c h e E i n f a s s u n g e n. Lebendige Hecken (Zäune) schützen und befestigen nach wenigen Jahren offene sonnige Wegränder, sind billig, ausdauernd und genügen in vielen Fällen, sind aber pflege- und lichtbedürftig (Hainbuche, Weißdorn, Hartriegel, Rainweide, Fichte, Taxus usw.), und sie halten oft den Wind zu sehr von der Fahrbahn ab und verlangsamen deren Abtrocknung.

Als Schutzmittel der Waldbesucher baut man abseits der Wohnsitze an gutgelegenen (windstillen, trockenen) Plätzen nächst der Fahrwege (oder bei Quellen) Blockhütten zur Unterkunft oder zum Ausruhen, zum Einstellen von Pferden, zur Aufbewahrung von Geschirr, und schafft Trinkgelegenheiten durch einfache Quellenfassung, sorgt durch Wegweiser für die Orientierung, legt Aussichtsstellen an usw.

§ 38. Holzlager-, Lade- und Materialplätze. Ein Lagern des Holzes auf dem Weg verschmälert die Fahrbahn, nötigt also zur Verbreiterung und erhöht so die Kosten. Für kleinere Mengen, die nicht im Bestand gelagert werden können, schafft man unständige Lagerplätze, indem man längs des Weges einzelne Stellen notdürftig einebnet und von der Verjüngung so lange ausschließt, bis keine nennenswerten Massen mehr in der Nähe anfallen. Dann werden sie mit raschwüchsigen Holzarten ausgepflanzt.

Wo der Waldeigentümer die Holzbringung auf Schleif-, Schlitt- oder Rieswegen, Drahtseilriesen oder Waldbahnen durch die Holzhauer besorgen läßt, sind am Ende dieser Anlagen ständige Holzlagerplätze erforderlich, auf denen die Hölzer sortiert werden und längere Zeit liegen bleiben können. Sie empfehlen sich auch dort, wo Holz aus mehreren Seitentälern zusammengerückt werden muß. Man wählt für sie möglichst ebene, offene Stellen, damit Wind und Sonne die Austrocknung des Holzes beschleunigen können.

Vorhandene Unebenheiten werden beseitigt und für gute Entwässerung gesorgt.

In Verbindung mit den Lagerplätzen, an der Ausmündung von Schleifwegen, auf denen die Käufer das Bringen besorgen, ebenso an längeren Zwischenstrecken der Fahrwege legt man Ladeplätze an, um das Aufladen zu erleichtern und langes Schleifen des Holzes auf fundamentierten Wegen zu verhüten. Man benutzt oder schafft dazu Stellen an der Bergseite des Weges, an denen die Böschung etwa der Höhe des Langholzwagens gleichkommt und errichtet — als Stützmauer oder Holzverschalung — eine senkrechte Böschung, damit der Wagen nahe herangeschoben werden kann. Die Mauerkrone wird mit schwachen Stämmen abgedeckt, um Beschädigungen durch das darüberrollende Holz zu vermeiden. Zur Befestigung dieser Kronenbalken dienen am besten Zangenstämme, die mit einer Einkerbung jene umfassen, mit dem größten Teil ihrer Länge aber in den Lagerplatz versenkt sind. Dieser steigt nach hinten schwach an, er hat eine Tiefe von 1,5—3 m und eine Länge, die jene der längsten Stämme etwas übertrifft, nach beiden Seiten führen kurze Schleifwege auf den Hauptweg oder Lagerplatz herab. Die Langhölzer werden dann von dem Ladeplatz über Ladebäume auf den Wagen gewälzt.

Materialplätze sind kleine, örtliche Verbreiterungen des Weges zur Aufbewahrung der Schottervorräte. Liegen sie auf der Bergseite, so sollte der Graben in einem kleinen Dohlen an ihnen vorbeigeführt werden.

VI. Gestaltung der Wege nach örtlichen Verhältnissen.

§ 39. Innerhalb der Waldungen kann die Holzbeibringung an die Fahrwege und Lager- (Polter-) Plätze auf besonderen einfacheren Bahnen mit dem Vorderwagen besonderen Rückwägen, oder ohne solche, mit Zugtieren, von Hand oder mit mechanischen Kräften betrieben werden. Für derartige örtlich bedingte, manchmal längst eingelebte Bringungsweisen werden schmale Bahnen teils mit wenigen einfachen Mitteln zu zeitlichem Gebrauch hergestellt und nachher verlegt oder notdürftig unterhalten, teils Hauptlinien geräumiger und dauerhafter zu ständigem Betrieb hergerichtet. Mechanische Einrichtungen, welche in ähnlichem ausschließ-

lichem Selbstbetrieb mit eigenartigen Fahrbahnen und Fahrzeugen stehen, sind in neuerer Zeit hinzugekommen und erfordern eine eingehende Würdigung, da sie oft wesentliche Ersparnisse ermöglichen.

Es zählen hieher 1. die Schleif-, 2. die Schlittwege, 3. die Riesen, 4. die Schienenwege und 5. die Drahtseilbahnen.

S § 40. Schleifwege. In steilere Quertäler hinauf oder mitten in größere Holzschläge, wohin kein Fuhrwerk gelangen kann, lassen sich 2,5—3 m breite einfache Wege mit 7—15 % Gefälle führen, welche nach der Stockrodung und Verebnung einen groben Steinbeleg mit Uebererdung oder Ueberkiesung, offene Wasserabzüge aus Holz- oder Steinschwellen erhalten und der Bodenausformung in solchen Kurvenzügen folgen, daß auf denselben Stämme und Klötze an einem Vorderwagen hochgehängt und auf dem Lotbaum mit Zugtieren (am besten mit Ochsen) zu den Fahrwegen (bezw. den Polterplätzen) beigeschleift werden können. Für Winterbahn bedarf es nur einer leichten Schneedecke, für Sommerbahn bei schwachem Gefälle (7 bis 10 %) müssen Querhölzer — „Streichrippen" — von 20—30 cm starken Buchen- oder Nadelrundhölzern, für Kurzholz je auf 2—3, für Langholz auf 3—6 m Abstand eingelegt und bei großer Trockenheit begossen oder eingefettet werden. Nasse Bodenstellen werden stärker übersteint oder wie die Schluchten und Gräben mit Rundholz überbaut, welches in der Wegrichtung der Länge nach eingelegt und beiderseits mit „Streckbäumen" so überhöht wird, daß die geschleiften Hölzer innerhalb der Bahn bleiben. Durchgängige Einfassung mit solchen Streck- oder Wegbäumen für Winterbahn und längs offenen Abhängen. Bahnerweiterung an der Einmündung in eine Fahrstraße oder einen Lagerplatz (Wendplatz, Schwenke).

S § 41. Die Schlittwege. Um Brennhölzer, Klötze und Stangen auf leicht gebauten Schlitten durch die Arbeiter selbst aus den Holzschlägen auf die Verladplätze oder an die Floßbäche zu bringen, legt man einfache Erdbahnen von etwas über Schlittenbreite, $1^1/_3$ bis 2 m, als Schlitt- oder Ziehwege mit solchem gleichförmigem Gefälle (nicht unter 7, höchstens 25 %) an, daß der Schlitten mit arbeitlohnender Ladmenge ohne Anstrengung im Ziehen oder Hemmen und möglichst gefahrlos im raschen Schritte bergab geführt und leer bergauf getragen werden kann.

Von einem Lagerplatz, wo das Holz in Raubeugen geschichtet liegt, läuft der Schlittweg aus dem Schlaginneren ohne schroffe Wendungen der nächsten Talsohle und auf dieser der Abziehstelle an einem Fahrweg oder Lagerplatz zu. Rieswege können dazu mitbenutzt oder doch streckenweise darauf eingerichtet werden. Der Ziehweg ist entweder für die Winterbahn mit 7—14 % Gefälle gebaut und eingestängt (mit Wegstangen eingefaßt) oder für die Sommerbahn auf offenem Boden mit 20—25 % angelegt, unter 20 % mit Nadelreisig belegt, unter 15 % mit eingelegten Quer- oder Streichrippen von Buchenscheitern ausgerüstet, welche von Zeit zu Zeit eingefettet werden (Schmierwege). Nasse Orte und Einsenkungen werden mit einem Leitersteg überbrückt, welcher beiderseits auf einer hölzernen Spundwand ruht und bei größerer Länge mit einem oder mehreren Holzjochen (Archen) gestützt ist; schmale Wasserläufe werden überdohlt.

§ 42. Riesen. Bei den Riesen wird die Schwerkraft des Holzes benutzt, um es zu Tal gleiten zu lassen. Die primitivste, schon im Mittelalter bekannte Form, sind Erdriesen. Ein in der Richtung des stärksten Gefälles ziehender Schlupf, oft ein im Sommer trockenes Bachbett, dient als Bahn, auf der die Stämme zu Tal schießen. Auf trockenem Boden darf das Gefälle bis zu 60 % gehen, das Minimum sind 15, bei Schneebahn 5—20 %. Möglichst gerader Verlauf ist anzustreben. Doch

entstehen große Verluste durch Bruch und Zersplitterung; der Boden der Riese wird tief aufgewühlt und daher gibt der Betrieb leicht Anlaß zur Wildbachbildung und Verrunsung. Das Verfahren sollte daher überall aufgegeben werden.

Dagegen stellt die Wegriese — der Riesweg — eine für steile Gebirge äußerst zweckmäßige Bringungsart dar [1]). Gefördert wird fast nur Langholz, die Ablängung und Sortierung, auch des Brennholzes, erfolgt am zweckmäßigsten erst auf dem Lagerplatz, dem Verleer. Die Nutzhölzer werden entrindet und das starke Ende, das beim riesen voraus geht, etwas zugespitzt. Die Stämme sind schon so zu hauen, daß dieses Ende nach unten liegt, damit das beiziehen zur Riese erleichtert ist. Geht das dünne Ende in der Riese voraus, so bohrt der Stamm sich leicht fest und beschädigt sich oder die Riese.

Die Rieswege beginnen mit der Einkehr (Riesmund) in stärkstem Gefälle, ziehen sich als geebnete Gleitbahn von 1,5—2,5 m Breite in möglichst gestreckten Krümmungen und mäßigen Gefällwechseln längs den Berghängen herab in das am Ablageplatz mit geringstem Gefälle eventuell sogar Gegengefälle verlaufende Riesende. Sie heischen einen erdigen, weder zu steinreichen, noch zu lockeren oder rutschigen (beweglichen) Boden mit Neigungsverhältnissen, welche der Bahn

für Winterförderung mindestens 8—10 %, im Maximum 25 %
„ Sommer „ „ 15 %, „ „ 60—90 %

Gefälle geben lassen.

Das Gefälle darf wechseln — die Bedingung, den langen Stämmen gestreckte Rieslinien zu bieten, ist auf gebuchtetem Gelände ohne Gefällwechsel unerfüllbar. — Der Minimalradius für Langholz beträgt 60 m —. Aber ein allmählicher Uebergang von 5 : 5 oder doch 10 : 10 % ist anzustreben. Vermindert sich das Gefälle rasch, so ist der Weg durch Holzbelag — Pritschen — dagegen zu sichern, daß die Stämme sich einbohren, wird es plötzlich größer, so müssen Seitenbauten Sicherheit gegen das Ausspringen der Hölzer geben. Allzu rascher Lauf der Stämme läßt sich auf der Winterbahn durch Aufstreuen von Erde oder Reisig mäßigen, zu schwacher Lauf durch Schneeaufschüttung oder Benetzung (Eisbahn), auf trockener Sommerbahn (geringes Gefälle, leichte Stämme) durch Eindecken mit grünem Tannenreis oder Einlegen von glatten Prügeln — Streichrippen — beschleunigen. Diese können auch dazu dienen, den gleitenden Hölzern einen bestimmten Weg zu weisen.

Bezüglich der Querprofile bestehen Meinungsverschiedenheiten. Im Schwarzwald, der Heimat der Rieswege, wählt man ein ebenes Profil mit flachem Graben an der Bergseite. Eine kleine Ueberhöhung der Talseite des Weges wird nur in konvexen Kurven angewendet. Die Wege können daher auch als Schleif- und Schlittwege benutzt werden. Vor jedesmaligem Gebrauch wird die Riese beiderseits mit verkoppelten und durch Verpfählung gehaltenen Stämmen belegt, an Bogenlinien mit „Wehren“ von zwei- und dreifachem Beleg. Dabei legt man die Stämme, so wie sie abgeriest werden sollen, das dicke Ende voraus, und schützt das obere Ende dadurch vor Beschädigungen, daß es hinter das untere des vorhergehenden Baumes gelegt wird. Sind die andern Hölzer abgeriest, so wird die Holzwehr von oben beginnend abgebrochen und auf der Riese zu Tal gefördert. In den österreichischen Alpenländern dagegen wird unter Verzichtleistung auf sonstige Benützung der Riese ein

1) Ueber Riesweg-Anlagen sehe man: Verh. d. bad. F. Vereins v. 1858 Beil. I. S. 139; Z.Bl. f. d. g. F. W. v. 1875 S. 293 u. S. 584: G. R. Förstner, D. forstl. Transp. W. Wien 1885 S. 24 und ff. Kubelka, Der Riesweg als Holzbringungsanstalt des Hochgebirges 1903. Marchet Bau und Betrieb der Rieswege, Allg. Bauzeitung 1903. Gayer, Der Holztransport im Kinzigtal. Forstw. Zentralbl. 1907 p. 445 ff. Ueber Riesen i. a.: F. Angerholzer v. Almberg: Forstliche Riesbauten 1903.

Profil bevorzugt, bei dem die Mitte vertieft ist. Auf hartem Boden können in gestreckten Linien die Wehrbäume dann entbehrt werden, wo sie — weicher Untergrund, Kurven — nötig sind, beläßt man sie dort dauernd, da die Riese stets gebrauchsfertig sein soll, indem schon durch die Witterungsverhältnisse häufig Unterbrechungen des Betriebes verursacht werden. Die dauernde Holzeinrüstung des ganzen Riesweges käme hier zu teuer, damit erklärt sich die Wahl des vertieften Profils, obwohl dieses der Ausflößung viel mehr unterliegt.

Zur Vermeidung enger Kurven benutzt man vielfach Spitzkehren, man ermässigt das Gefälle, errichtet ein kurzes niederes Wehr, worauf die Stämme anlaufen, davor eine geneigte Ebene, über welche sie abrollen, um von da in entgegengesetzter Richtung auf der stärker abfallenden Bahn wieder fortzulaufen. Dann müssen sie aber auf einem Teil der Strecke mit der Spitze voraus gleiten, was, wie gesagt, leicht zu Beschädigungen führt. Es ist daher besser, solche Stellen mit Kunstbauten — Erddämmen oder Holzbrücken — zu umgehen, wie sie auch zur Ueberschreitung von Tälern angewendet werden.

Je länger die Riesbahn ist, und je stärkere und mehr Stämme von einem Holzschlag darauf zu fördern sind, desto geringer fallen die Förderkosten für den Stamm aus. Doch eignet sich der Riesweg auch für Femel- und Femelschlagbetrieb, da auch auf den Zwischenstrecken Holz eingeworfen werden kann.

Die Holzriesen sind ganz aus zusammengefügten Stämmen, Stangen oder Brettern gebaute Rinnen und zwar

die Brennholzriesen aus geringen Dielen oder Stangen zusammengefügte in ausgeschnittene Holzscheite eingepaßte, ineinandergeschobene Gefache,

die Stamm-, Klotz- und Stangenholzriesen aus stärkeren oder schwächeren Rundhölzern beiläufig im Halbkreis gefügte Rinnen, welche je nach der Bodengestaltung und dem Riesgefälle bald auf dem Boden auflagern, bald auf Holzunterlagen (Jochen und Verstrebungen) hinlaufen. Sie sind Trocken- oder Naß-, bezw. Schnee- oder Eisriesen, letztere mit dem geringsten Gefälle.

Wasserriesen sind aus Holz gefügte Kanäle, in denen das eingeworfene Holz schwimmt.

In den südlichen Alpenländern werden schon lange zur Beförderung von schwachen Hölzern — Wellen und einzelnen Brennholzabschnitten — Drahtriesen benutzt. Der Draht wird am oberen Ende der Riese verankert und läuft über Stützen, die so hoch sind, daß die Last frei schweben kann, meist in gerader Linie zur Talstation. Durch die verschiedene Länge der Stützen können Gefällsbrüche gemildert und kleine Gegensteigungen des Geländes überwunden werden. Der Durchmesser des Drahtes beträgt 5—10 mm, seine Festigkeit bei Eisen 70, bei Stahl 130 kg pro qmm. Zum Schutz gegen Rost wird er geteert, das untere Ende läuft meist über eine Welle mit Sperrhebelvorrichtung, mit deren Hilfe der Draht stets gespannt erhalten wird. Das Holz wird mit Haken an den Draht gehängt oder es werden Rollen auf diesen gesetzt, die durch Ketten und Haken mit der Last verbunden, dann gleitet diese am Draht hernieder. Zur Regelung der Geschwindigkeit dient ein Seil, das an den Haken oder dem Holze selbst befestigt ist. Die Talstation ist meist durch einen kleinen Erddamm — Prellbock — geschützt.

Die Drahtseilriese ist die technisch vervollkommnete Ausgestaltung der Drahtriese. An die Stelle des Drahtes tritt das Drahtseil, das Langhölzer, Klötze, Brettergebunde tragen kann. Zum Anhängen dienen Laufrollen, bei großen Lasten zu mehreren hintereinander an einer Stange befestigt. Die so entstandenen „Wagen“ sind an dem Bremsseil befestigt. Dieses läuft in der oberen Station über eine Seil-

scheibe, die mit Hebeln gebremst werden kann. Der Betrieb wird am zweckmäßigsten so gestaltet, daß die leeren Wagen am Bremsseil wieder auf die Höhe gebracht werden, daß dieses also eine geschlossene Schleife bildet. Am Laufseil sind dann Ausweichestellen zu schaffen. Auf den Unterstützungen liegen beide Seile auf, das Bremsseil auf Rollen. Der Abstand der Träger richtet sich nach dem Gewicht von Seil und Last, sodann nach dem Gelände, sie sind so zu stellen, daß kein Durchhängen des Laufseiles eintritt und die Last stets 3 m über dem Boden ist. Um das erstere zu verhüten, sind Spannvorrichtungen am Laufseil anzubringen. Der Minimalradius für Kurven ist etwa 100 m, in diesen sind die Träger so eng zu stellen, daß eine gleichmäßige Krümmung des Laufseils erzielt wird.

Die Vorteile der Drahtseilriese sind: Geringer Geländebedarf, es handelt sich fast nur um den Standraum für die Träger, leichte Ueberwindung auch der steilsten Abhänge und rasche Herstellung und Verlegung. Auch die Anlagekosten sind mäßig 7000—10 000 Mk. pro km —, doch müssen sie in 10—12 Jahren amortisiert sein. Daher wird als dauernde Anlage für die Forstwirtschaft die Drahtseilriese nur dort in Frage kommen, wo das Holz ausgedehnter Plateauwälder über einen steilen — den Wegbau ausschließenden — Absturz zu Tal gebracht werden muß. An die Bergstation sind die Stämme auf Wegen oder Waldbahnen zu liefern. Als vorübergehende Einrichtung hat sich die Drahtseilriese bei der Ausnutzung unerschlossener Gebirgswälder vom kaufmännischen Standpunkt betrachtet schon mehrfach durchaus bewährt. Bei kleinen und mittleren Waldungen aber führt das Bedürfnis nach einer raschen Amortisation zu einer Konzentration der Schläge, welche die natürliche Verjüngung erschwert oder gar verhindert und große Flächen gleich alter Jungwüchse entstehen läßt. Die Anlage von Fahr- oder Rieswegen sichert der Waldwirtschaft eine größere Beweglichkeit.

§ 43. Die Waldeisenbahnen. Die Erschließung der Waldungen durch ein System von Holzabfuhr-Schleif-Schlittwegen etc. ermöglicht den Transport nach den verschiedensten Richtungen, sie enthebt den Waldeigentümer der Sorge für die Abfuhr, diese bleibt den Käufern überlassen und gibt so einer Reihe von Leuten die Gelegenheit, in selbständiger Stellung als Fuhrunternehmer ihren Lebensunterhalt zu erwerben oder die für ihren sonstigen Betrieb — Landwirtschaft, Sägerei-Baugewerbe — erforderlichen Zugtiere in den durch die Eigenart ihres Berufes bedingten Zeiten der Arbeitslosigkeit gewinnbringend zu beschäftigen; sie ist schließlich auch für den kleinen und zersplitterten Besitz anwendbar, wenn auch relativ teuerer als beim Großbesitze. Sie beansprucht aber eine erhebliche Bodenfläche, die der Holzzucht dauernd entzogen wird — wofür allerdings an den Randstämmen ein erhöhter Zuwachs eintritt —, sowie ein oft recht ansehnliches Baukapital. Der Transport vollzieht sich auf den Wegen nur langsam und wird auf weitere Entfernungen hin kostspielig. Indem der Waldeigentümer bei diesem Systeme in der Regel darauf verzichtet, an der Abfuhr teilzunehmen, diese zu organisieren oder doch zu regeln, erleichtert er unter Umständen den ortsansässigen Holzhändlern die Ringbildung, er erschwert auswärtigen Käufern den Wettbewerb, da sie auf das in der Gegend vorhandene Mietsfuhrwerk angewiesen sind.

Dagegen bietet der Bau von Waldeisenbahnen — zumal wenn sie aus wenigen festen Haupt- und mehreren verlegbaren Seitenlinien bestehen — den Vorteil, daß nur eine schmale Fahrbahn erforderlich ist, so daß abgesehen vom Durchforstungsmaterial kein erheblicher Ertragsausfall eintritt, er ermöglicht eine rasche Erschliessung größerer Waldungen, vielfach eine leichtere Ueberwindung von Geländeschwierigkeiten, einheitliche Organisation der Abfuhr durch den Waldeigentümer oder einen

Unternehmer — rascheren und auf große Entfernungen billigeren, für den Wald wie das gefällte Holz schonlicheren Transport. Aber er verlangt ein großes sofort aufzubringendes Anlage- und Betriebskapital, weiter beim Maschinenbetrieb die Anstellung eines besonders geschulten Personales, bei der Verwendung tierischer Zugkräfte die Anschaffung oder Miete dieser und die Sorge für ihre Unterbringung und Erhaltung. Wenn nur kleine Holzmengen zu transportieren, nur kurze Entfernungen zu überwinden sind, wird der Transport auf der Waldeisenbahn zu teuer, wenn der Absatz nach vielen Richtungen geht, zu umständlich. Drahtseil- und Riesenbahnen teilen mit ihr diese Vor- und Nachteile.

In bisher unerschlossenen Waldungen wird sich die Anlage von Waldeisenbahnen demnach empfehlen, wenn der Verkehr nur nach einer oder zwei Richtungen geht und größere Holzmassen auf längere Strecken zu transportieren sind. Interessante Untersuchungen darüber, wann der Waldeisenbahnbetrieb lohnend sei, hat Dotzel [1]) angestellt und ist dabei zu dem Schlusse gekommen, daß:

in der Ebene . .	die Eisenbahn mit Pferdebetrieb von	1000 fm und	5 km an
für die Aufwärtsfahrt	,, ,, ,, ,, ,,	1000 ,, ,,	1 ,,
,, ,, Talfahrt	,, ,, ,, ,, ,,	1000 ,, ,,	11—20 ,,

dem Transport auf der Steinbahn überlegen sei. Der Pferdebetrieb der Eisenbahn ist der Verwendung von Dampfmaschinen bei der Horizontal- und Talfahrt bis zu Massen von 10 000 fm, bei der Bergfahrt bis zu 3000 fm vorzuziehen.

In Gegenden, in denen ein gutes hartes Gestein den Bau und die Unterhaltung von Waldwegen gestattet, auf denen in einer Ladung 18—20 fm befördert werden können, stellt sich der Transport auf Steinbahnen auch bei größeren Mengen und auf längern Strecken günstiger als unter den von Dotzel seinen Berechnungen zu Grunde gelegten Verhältnissen, immerhin wird auch hier in vielen Fällen die Waldeisenbahn vorzuziehen sein.

In Waldungen, die in der Hauptsache bereits durch ein Wegnetz erschlossen sind, wird für die noch fehlenden Strecken der Bau von Wegen mit Steinbahn und überhaupt die Beibehaltung des Fuhrwerktransportes ratsam sein, zumal wenn Fuhrwerke in der Gegend nach Bedarf zur Verfügung stehen. Fehlen diese oder verursacht die Beschaffung eines für die Erhaltung einer guten Fahrbahn erforderlichen Schottermaterials große Schwierigkeiten und Kosten, so kann es vorteilhaft sein, auf die Hauptlinien feste Gleise zu legen, die Nebenwege aber eingehen und an ihre Stelle fliegende Gleise treten zu lassen. Dient der Erwachs eines Waldes nur zur Befriedigung der Bevölkerung der nächsten Orte, und ist diese gewöhnt, die Abfuhr selbst zu besorgen, so wird sich die Anlage einer Waldbahn schwerlich lohnen, denn da die Abfuhr dann in den arbeitsfreien Zeiten des Winters erfolgt, pflegen die Käufer sie nur sehr niedrig anzuschlagen. Die Anschaffung von einigen hundert Metern verlegbarer Gleise und einiger Wagen für die Schlagräumung empfiehlt sich übrigens in vielen Fällen — Mittelwaldungen in der Ebene, bindungslose Sandböden — in denen der Anlage einer Waldbahn nicht das Wort geredet werden kann.

§ 44. Der Unterbau. Wir unterscheiden ständige Gleise, welche lange Zeit hindurch befahren werden sollen, und fliegende Gleise, die immer erst im Bedarfsfalle gebaut und, sowie sie ausgedient haben, wieder abgebrochen werden. Für die Anlage und Verteilung der ersteren gelten die gleichen Grundsätze wie für die Holzabfuhrwege, sie folgen den Tälern und steigen an den Bergwänden soweit hinauf, daß die Förderungsweiten vom Kamm bis an die Bahnlinien nicht mehr zu groß sind. In den Waldungen der Ebene werden die Hauptgestelle mit Stammgleisen versehen. Die Stammgleise vereinigen sich zu Hauptgleisen, welche zu den Verladungsstellen, Lagerplätzen etc. führen. In manchen Fällen genügt es, solche feste Gleise zu schaffen

1) Forstw. Zentralbl. 1900 p. 339 ff.

und die Anrückung des Holzes an diese durch schleifen, seilen etc. zu bewirken, im Gebirge mit steilen Wänden sie mit einem Systeme von Ries- und Schlittwegen zu kombinieren, meist aber wird es sich empfehlen, sie durch fliegende Gleise, welche in die einzelnen Hiebsorte hinein, ja bis zu jedem einzelnen Stamme geführt werden können, zu ergänzen, zumal dann ihre Zahl geringer sein kann.

Der Zug der Stammgleise muß möglichst gestreckt sein, enge Kurven sind zu vermeiden, weil in ihnen die Räder schleifen, da der Weg ungleich lang ist, den jedes zurückzulegen hat, und weil die Flansche des äußeren Rades an die Schiene angepreßt wird. Beide Umstände erschweren die Fahrt und vermindern die Betriebssicherheit. Doch sind für Langholz Radien von 20 m, für Sägklötze, Brennholz solche von 5 m zulässig. Das Gefälle darf bis zu 8 % steigen, schroffe Uebergänge sind zu vermeiden, Gegengefälle und größere horizontale Strecken mit Ausnahme der Endstation dann ausgeschlossen, wenn die Talfahrt durch das eigene Gewicht der beladenen Wagen erfolgen soll. Doch ist in diesem Fall ein Durchschnittsgefälle von 1 % ausreichend, denn die bereits in Bewegung befindlichen Wagen laufen noch bei $^1/_4$ % weiter, ja wenn auf langen Strecken das Gefäll 1 % beträgt, muß bei der Talfahrt zeitweise gebremst werden, damit die Geschwindigkeit nicht zu groß wird. Der Bahnkörper selbst wird wie ein einfacher Erdweg mit höchstens 2,5 m Breite hergestellt und erhält oben eine dünne Decke von Schotter, Kies oder Sand, in welche dann die Schwellen eingebettet werden.

Für die fliegenden Gleise bedarf es keines eigentlichen Unterbaues, es genügt, Bodenerhebungen zu beseitigen, Schwellen und Schienen soweit zu unterstopfen, daß sie nicht auf größere Längen hohl liegen.

§ 45. Der Oberbau[1]). a) Die Schienen. Die bei den ältesten Waldeisenbahnen verwendeten Holzschienen mit oder ohne Eisenbelag sind wegen ihrer geringen Dauer heute wohl überall aufgegeben; man verwendet nur noch Stahlschienen, und zwar am besten aus Bessemer Gußstahl, denn an ihre Festigkeit und Elastizität werden — besonders in fliegenden Gleisen — hohe Anforderungen gestellt.

Handelt es sich um größere Ausführungen, so sollte eine eingehende Untersuchung des Schienenmaterials vor der Abnahme vorgenommen werden. Soweit das liefernde Werk nicht selbst die erforderlichen Einrichtungen hat, muß man sich an eine der staatlichen Untersuchungsanstalten wenden. Bei Zerreißproben werden verlangt als absolute Festigkeit 50 kg pro qmm und 20% kleinste Kontraktion. Die Schlagprobe erfolgt bei einem m freilagernder Länge mit einem 200 kg schweren Hammer, der eine Fallhöhe von 1—2 m hat. In der Biegprobe wird die Schiene so belastet, daß sie sich um 50 mm durchbiegt. Nach beiden Versuchen darf sie keine Risse, Sprünge oder sonstige Schäden aufweisen.

Von den vielen heute üblichen Schienenformen seien genannt:

Die Vignolschiene (Fig. 60 a) mit breitem Fuß (g . h) schmalem, senkrechtem Stege (ef) und abgerundetem Kopfe (cd), die ja auch bei den Großbahnen meist angewendet wird. Die Haarmannsche verbesserte Vignolschiene des Georg-Marien-Bergwerk- und Hüttenvereines unterscheidet sich von ihr, wie Fig. 60 b zeigt, dadurch, daß der Steg etwas nach innen geneigt und der Fuß auf der Außenseite verbreitert ist. Es soll so eine größere Widerstandsfähigkeit gegen den von den Rädern ausgeübten Seitenschub erzielt werden. Doch ist das Legen umständlicher, da Innen- und Außenseite der Schiene nicht verwechselt werden dürfen, und bei ihrer Anwendung der Gebrauch doppel-

Fig. 60.

1) Eine vortreffliche Darstellung der einschlägigen Verhältnisse gibt: Dietrich: Oberbau und Betriebsmittel der Schmalspurbahnen etc. Berlin 1889.

flanschiger Räder ausgeschlossen, weil sonst ein Umkippen nach innen zu befürchten wäre.

Die Brückenschienen mit einem Querschnitte, der etwa ein umgekehrtes V darstellt, haben sich nicht bewährt, vielmehr eine geringe Widerstandskraft gegen das Durchbiegen des Fußes gezeigt.

Stuhlschienen, deren Kopf und Fuß gleichgestaltet sind, und die in einem besonderen „Stuhle" auf der Schwelle festgemacht werden, empfiehlt Dietrich auch für Kleinbahnen, weil bei Beschädigungen des Kopfes die Schiene umgekehrt und nochmals benutzt werden kann.

Die Ausmaße und das Gewicht der Schienen haben sich nach folgenden Gesichtspunkten zu richten: Lange, schwere Schienen gewährleisten ruhige und sichere Fahrt, vermindern die Materialabnutzung, erlauben die Anwendung höherer Gefälle und sind daher für die Stammgleise zu bevorzugen. Bei den oft zu verlegenden fliegenden Gleisen wird ihr hohes Gewicht hinderlich, und man wählt lieber 2 bis höchstens 5 m lange Schienen, so daß ein Joch — 2 Schienen nebst den verbindenden Querschwellen — von 1 oder 2 Arbeitern getragen und verlegt werden kann. Die meist verwendeten Vignolschienen haben folgende Ausmaße:

Gesamthöhe 45—77 mm, Kopfbreite 20—25 mm, Stegbreite 5—6 mm, Fußbreite 50 mm, sie haben dabei ein Gewicht von 4—10 kg pro l. m.

Die Tragfähigkeit der Schienen wächst mit ihrem Gewichte und mit sinkendem Schwellenabstand, wie folgende von Runnebaum ermittelten Zahlen zeigen.

Gewicht der Schiene pro l. m	Schwellenabstand 1 m	1,5 m	2,0 m
	Tragfähigkeit		
6 kg	2200 kg	1200 kg	750 kg
7 kg	2600 kg	1400 kg	1000 kg

b) Die Schwellen. Längsschwellen haben sich bei Waldbahnen nur dort bewährt, wo sie in eine harte Steinbahn eingebettet werden konnten, oder wo es sich um Ueberschreitung tiefer schmaler Einschnitte handelte. Zudem haben sie den Nachteil, daß das Wasser zwischen den Gleisen festgehalten wird. In der Regel verwendet man heute Querschwellen. Hinsichtlich des Materiales besteht ebenso wie bei den Großbahnen noch der Streit darüber, ob die imprägnierte Holzschwelle oder die Eisenschwelle vorzuziehen sei. Für die erstere spricht, daß das Material im Walde leicht und billig gewonnen und mit einfachen Verfahren imprägniert werden kann, sowie daß unbrauchbare Schwellen rasch und leicht zu ersetzen sind. Aber die Holzschwelle hat doch eine geringere Dauer als die Eisenschwelle — Beschädigungen beim Befestigen der Schienen, beim Unterstopfen des Schotters — alte Schwellen sind ziemlich wertlos, während die im Ankauf teure Eisenschwelle nach längerer Dauer immer noch zu 10—20% des Erwerbspreises verkäuflich ist. Dafür biegt diese sich aber bei nicht ganz guter Unterlagerung leicht durch, die Befestigung der Schienen löst sich leichter, bedarf also sorgfältigerer Revisionen und die Schwelle friert im Winter leicht am Boden fest, so daß ihre Verlegung dann oft große Mühe verursacht. Für die festen Gleise, wo die Schwelle in lockerer Kiesschüttung eingebettet ist, so daß sie nicht viel von der Bodennässe zu leiden hat, wird man im Walde wohl die Holzschwelle bevorzugen, für die fliegenden aber, wo die Einbettung fehlt, die Feuchtigkeit leicht hinzukann und rasch wechselt, bei denen ferner zahlreiche Verlegungen häufige Beschädigungen unvermeidbar machen, gebührt der Eisenschwelle der Vorrang, zumal sie so konstruiert werden kann, daß sie leichter als jene ist. Gegen das Durchbiegen muß durch Unterstopfen mit Schotter, Erde etc. gesorgt werden.

Die Schwellenlänge soll etwa das 1½fache der Spurweite betragen, also meist rund 1 m, Holzschwellen erhalten eine Breite von 150—200 mm, eine Höhe von 100 bis 150 mm und meist einen rechteckigen Querschnitt, doch kommen auch Halbrundlinge zur Verwendung. Bei den Eisenschwellen sind eine ganze Anzahl von Profilen in Anwendung, am meisten wohl die Trogform. Die Breite beträgt 105 bis 175 mm, das Gewicht pro l. m. 3,5—9 kg.

c) *Verbindung der Schienen mit den Schwellen. Spurweite.* Zur Herstellung eines Gleises müssen zwei Schienenstränge in genau paralleler Richtung auf dem Bahnkörper befestigt und in dieser Lage dauernd festgehalten werden. Dies wird in der Regel bewirkt durch Befestigung der Schienen auf den Schwellen. Den Abstand der Schienen nennt man die Spurweite. Große Spurweite sichert besser gegen das Umkippen der Wagen als kleine, sie vermehrt aber Reibung und Abnutzung, macht eine größere Bahnbreite, schwerere Joche und Fahrzeuge erforderlich und erhöht so die Anlage- und Unterhaltungskosten. Da sie weiter dazu zwingt, in Kurven einen größeren Radius zu wählen, wird heute für Waldbahnen ziemlich allgemein die Spurweite von 600 mm als normal betrachtet. Wo ein direkter Anschluß an eine Hauptbahn möglich ist, wird entweder die Anwendung der Normalspur, oder — zumal bei langen Strecken — die Anschaffung von Wagen zu empfehlen sein, auf deren Plattform normalspurige Gleisstücke angebracht sind, so daß jeweils auf zweien ein Hauptbahnwagen transportiert werden kann. Am Uebergang zur Hauptbahn wird eine versenkte Laderampe angelegt, so daß die Wagen unmittelbar auf die Hauptbahngleise herübergeschoben werden können. Dadurch wird direkte Verfrachtung und so eine wesentliche Kostenersparnis ermöglicht. (Für den Anschluß an Landstraßen hat Junack eine ähnliche Einrichtung empfohlen. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1903.)

Die Befestigung der Schienen an den Schwellen kann in mannigfacher Weise bewirkt werden. — Für Holzschwellen kommen in Betracht Hakennägel oder besser Hakenschrauben, welche den Fuß der Schiene an die Schwelle anpressen. Empfehlenswert ist die Befestigung mit Schraubenbolzen, welche durch die Schwelle hindurchgreifen, einem dem Schienenfuß genau angepaßten Klemmplättchen und Schraubenmuttern (Fig. 61). Der Kopf des Bolzens kann in die Schwelle versenkt werden, damit diese nicht hohl, sondern auf der ganzen Basis aufliegt; die Schraubenmutter ist so fest anzuziehen, daß das Klemmplättchen nicht nur dem Schienenfuße satt anliegt, sondern mit seinem anderen Ende in das Holz der Schwelle oberflächlich eingepreßt wird.

Fig. 61.

Auch bei den Stahlschwellen können Schraubenbolzen mit Klemmplättchen und Hakenschrauben benutzt werden. Ferner sind üblich Klammern, die in einfachster Weise direkt als Zungen aus der Schwelle herausgestanzt werden, und dann den Schienenfuß umfassen; desgleichen Ausschnitte in der Schwelle, welche auf der einen Seite dem Schienenfuße genau angepaßt, auf der andern weiter geöffnet sind und hier einen zungenförmigen Vorsprung haben. Die Schiene wird seitlich in den Ausschnitt hereingeschoben und die Befestigung durch Niederhauen jenes Vorsprunges bewirkt. Für die Stuhlschienen sind besondere Stühle erforderlich, die in etwas abgeänderter Konstruktion auch für Vignolschienen verwendet werden können. Die

beste Art der Verbindung dürfte jene mit Schraubenbolzen und Klemmplättchen sein, gar nicht bewährt hat sich das Aufnieten der Schienen.

Der Abstand der Schwellen richtet sich nach dem Gewicht der Schienen, je größer dieses, um so weiter darf jener sein. Doch geht man bei Stammgleisen nicht gern über 1 m, im fliegenden über 0,7 m hinaus. Die Joche der fliegenden Gleise haben bei 2 m Länge meist 3 Schwellen, die früheren Versuche, an Stelle einer der Schwellen eine ca. 20 mm starke Spurstange zu setzen, haben keine guten Ergebnisse gehabt. Durchbiegen! (Ueber die neueren Verfahren von Spalding und Bierau siehe unten § 46.)

d) Legen der Gleise. Stoßverbindung. Die Stammgleise werden in der Regel aus einzelnen Schienen nicht aus fertigen Jochen erstellt, obwohl auch das letztere Verfahren möglich ist. Zunächst werden auf dem Planum für eine Länge von mehreren Schienen, die Schwellen eingebettet, dann auf diesen die Schienen des einen Stranges befestigt und soweit noch nötig durch Verschiebung der Schwellen in die richtige Lage gebracht. Darauf wird der zweite Strang im Abstand der Spurweite genau parallel zum ersten festgemacht. Die Verbindung der Schienen in der Längsrichtung geschieht durch Laschen. Die einfachen Laschen sind flache Eisenstücke von der Höhe des Schienensteges, welche vier Löcher haben, denen je 2 Durchbohrungen des Steges an den Enden der Schiene entsprechen. Größeren Halt gewähren die Winkellaschen, welche auch noch um den Fuß der Schiene herumgreifen, so daß dieser in ihnen steht. Die Laschen werden an den Schienenenden beiderseits angelegt, Schraubenbolzen von außen hindurchgesteckt und innen die Muttern aufgesetzt und angezogen. (Diese Anordnung hat den Vorteil, daß man bei Revisionen zwischen den Schienen gehend das Sitzen der Muttern an beiden Gleissträngen gleichzeitig beurteilen kann.)

Treffen sich die Schienenenden über einer Schwelle, so haben wir einen ruhenden Stoß, die Verbindung ist eine sehr gesicherte, aber sie hat eine geringe Elastizität, der Uebergang eines Wagens erfolgt jeweils mit einem harten Ruck, der zur schnelleren Abnutzung des liegenden wie rollenden Materiales führt. Für feste Gleise bevorzugt man daher den schwebenden Stoß, bei dem die Vereinigung der Schienenenden zwischen zwei Schwellen liegt, so daß das Verbindungsstück sich unter dem Druck der Last als Ganzes biegen und so einen glatteren Uebergang ermöglichen kann. Bei dem Legen fester Gleise ist ferner zu beachten:

1. Die Ausdehnung der Schienen bei steigender Temperatur verbietet meist, die Schienen satt aneinanderstoßen zu lassen, man gibt ihnen einen Abstand von ½—1 cm. Die Löcher der Laschen und Stege sind aus diesem Grunde nicht kreisförmig, sondern oval. Ganz in den Straßenkörper eingebettete Schienen dürfen jedoch zusammenstoßen, ja sogar zusammengeschweißt sein.

2. Die einflanschigen Räder üben auf die Schienen einen Horizontalschub nach außen, diesem kann begegnet werden, indem man den Schienen eine kleine Neigung nach innen gibt.

3. Da dieser Schub in Kurven in erhöhtem Grade auftritt, empfiehlt es sich, in diesen eine kleine Erweiterung der Spur eintreten zu lassen, die berechnet werden kann nach der Formel

$$\text{E (Erweiterung} = \frac{1000-r}{1000} \,.\, 0{,}026 \,.\, (r = \text{Radius}).$$

4. Um die Zentrifugalkraft zu vermindern, legt man in Kurven die Außenschienen höher als die inneren. Der Betrag (x) der Ueberhöhung wird gefunden aus x =

$\frac{w \cdot v^2}{g \cdot r}$ (w = Spurweite, v Geschwindigkeit in Metern pro Sekunde, r = Radius, g Beschleunigung durch die Zentrifugalkraft).

Für die Kurven werden die Schienen entweder an Ort und Stelle gebogen oder schon für den gewählten Radius gebogen aus der Fabrik bezogen. Man kann aber auch kurze Trapezjoche verwenden, und mit ihnen Polygone erstellen, deren Durchfahrung gut möglich ist, wenn sie sich auch nicht so ruhig vollzieht wie auf regelrecht gebogenen langen Schienen.

Bei den fliegenden Gleisen wird der ruhende Stoß bevorzugt, weil er der an und für sich weniger soliden Verbindung einen größeren Halt zu verleihen vermag. Denn hier muß Gewicht darauf gelegt werden, daß die Verbindung und die Trennung der einzelnen Joche möglichst wenig Zeit beanspruche. Zur Erreichung dieses Zieles sind viele Formen ersonnen worden, empfehlenswert sind die Schuhverbindung (Fig. 62a—c), die Einschnittsform (62c), die Verbindung mit Hackenlaschen von Krupp. Sind die Verbindungsstücke (Schuh, Hacken etc.) bei beiden Schienen eines Joches

Fig. 61 a.

Fig. 61 b.

an dem gleichen Ende angebracht, so haben wir die parallele (Fig. 61 a), andernfalls die diagonale Armierung (Fig. 61 b). Diese vereinfacht das Legen, weil das Joch in jeder Richtung angesetzt werden kann, während es bei jener vielfach erst gedreht werden muß.

Fig. 62 a.

Fig. 62 b.

Fig. 62 d.

Fig. 62 c.

Bei der Bildung der Gleise aus Jochen wird Wert gelegt auf die Erzielung des versetzten Stoßes, bei dem die Schienenenden in dem einen Strange gegenüber denen im andern verschoben sind, so daß, während das eine Rad einer Achse den Stoß passiert, das andere noch von einer ganzen Schiene getragen wird. Der Stoß wird dadurch abgeschwächt und die Abnutzung verringert.

Bei Gleisen, die aus einzelnen Schienen gebaut werden, ergibt sich ein solcher Unterschied schon infolge der Kurven.

Im fliegenden Gleise werden die Kurven am besten aus Trapezjochen hergestellt (Fig. 63).

Die Gleislegung wird wesentlich beschleunigt, wenn man, sobald ein erstes Stück fertig ist, Wagen daraufstellt und mit diesen das Material nachführt. 2 Arbeiter mit einem Pferde können so aus Jochen an einem Tage 2—3 km fliegender Gleise verlegen, wobei der eine den Wagen führt und, wenn dieser am Ende des letzten Joches, ein neues herunterschiebt, das von dem andern aufgenommen und sofort angeschlossen wird. Das Pferd muß dabei natürlich seitlich der Gleislinie gehen. Wo der Betrieb mit Pferden erfolgen soll, muß entweder nach Fertigstellung der Gleise der Schotter zwischen den Schienen mit Rasenplaggen oder bindiger Erde überdeckt werden, damit die Tiere einen sicheren Tritt haben und keinen Schotter herausschleudern können, oder es ist seitwärts ein Pfad für sie anzulegen.

Fig. 63.

e) Kreuzungen. Einmündungen.

Zur Vermittlung zwischen zwei Schienensträngen dienen besondere Vorrichtungen:

1. Kreuzungen (Fig. 64),
2. Wendplatten und Drehscheiben (Fig. 65),
3. Gleis- oder Schienenbrücken (Fig. 66) und
4. Weichen (Fig. 67—68).

Fig. 64.

Fig. 65.

Mittelst der Kreuzung können zwei feste Bahnen im rechten Winkel auf gleicher Wegebene im Dienste tätig sein, mittelst Wendplatten einzelne beladene Wagen aus der einen in die andere Richtung übergeführt werden (z. B. auf engen Lagerplätzen), mittelst Schienenbrücken zwei begegnende fliegende Bahnen vorübergehend verbunden oder die eine über die andere hinweggelegt werden. Die Weichen sind entweder

Fig. 66.

Fig. 67.

so gebaut, daß ihre Schienen in der Höhe des übrigen Gleises laufen — „Schleppweichen" (Fig. 67) und mit einfachem Handgriff oder Druck des Fußes angezogen

oder entfernt werden können, weniger empfehlenswert, weil nur für einflanschige Räder passierbar; oder zumal für fliegende Gleise als „Kletterweichen" (Fig. 68), welche an beliebiger Stelle eines liegenden Stranges aufgelegt, von einem Seitenstrange her die Fahrzeuge auf ersteren hinauflaufen lassen. Ihre Bedienung erfordert nur einen Mann. Besonders leistungsfähig ist die Dolbergsche Kletterweiche.

Fig. 68.

Müssen Wege gekreuzt werden, so werden entweder die Schienen in den Weg versenkt und jeweils eine Leitschiene beigegeben, oder ein Bohlenübergang angefertigt, indem man den Zwischenraum zwischen den Schienen bis auf die Höhe des Schienenkopfes mit Bohlen auslegt, so daß nur ein schmaler Spalt für den Durchgang der Flansche übrig bleibt, und beiderseits Anfahrten aus Bohlen errichtet. Ist der Weg viel befahren, so unterbricht man besser das Gleise und stellt, wenn ein Zug passieren soll, die Verbindung durch eine Schienenbrücke (Fig. 66) her.

§ 46. Die Klein-Bahnsysteme von Spalding und von Bierau. Spalding benutzt 2 m lange Joche einer 65 mm hohen pro l. m. 7 kg schweren Schiene mit einer Spurweite von 600 mm. Ursprünglich hatte er die Schienen auf 2 Holzschwellen befestigt, später ersetzte er die Schwellen durch ca. 20 mm starke Spurstangen, welche von außen durch Schrauben an den Schienen festgemacht sind. Auf festem Boden können diese Joche ohne weiteres verlegt werden, auf nachgiebigerem Grunde (Waldboden, Acker etc.) aber legt Spalding unter die Spurstangen noch Holzschwellen und verbindet diese mit jenen durch u förmige Bandeisen. Er erzielt so eine leichte Verlegbarkeit, die Möglichkeit mit den kurzen Jochen sich dem Gelände anzupassen und doch wegen des starken Schienenprofils eine hohe Tragfähigkeit. Sein System hat sich denn auch schon in der älteren Form recht gut bewährt.

Bierau [1]) ist auf Grund seiner langjährigen Erfahrungen als Betriebsleiter der ausgedehnten Waldeisenbahnen der Oberförsterei Schirmeck zur Ueberzeugung gekommen, daß die Schwellen ganz entbehrt werden können, wenn eine genügend starke Schiene gewählt und dem Gleise durch starke Laschen und Spurstangen eine hohe Versteifung erteilt wird. Er empfiehlt die Verwendung von 9 m langen Schienen mit einem Gewichte von 16 kg pro l. m., die in regelmäßigen Abständen (1,5 m) in der Mitte des Steges durchbohrt sind, um die Spurstangen aufzunehmen. Diese Spurstangen sind 25 mm stark und tragen an beiden Enden ein 10 cm langes Schraubengewinde und je eine Schraubenmutter auf der Innen- und Außenseite der Schiene. Durch Lockern und Anziehen der Muttern kann die Spurweite leicht geregelt werden. Die Verbindung der Schienen in der Längsrichtung erfolgt durch starke Winkellaschen, für die auf dem Planum jeweils eine kleine Vertiefung geschaffen werden muß, wodurch aber auch wieder ein Schutz gegen seitliche Verschiebung gewonnen wird. Die Anlage eines Gleises geschieht derart, daß erst die Schienen des einen Stranges auf ein Stück von etwa 27 m (3 Schienenlängen) gelegt, in die richtige Lage gerückt und verlascht werden. Dann werden die Spurstangen eingesteckt, die Schienen des zweiten Stranges gelegt, die Spurstangenenden eingezogen und zunächst nur lose befestigt. Darauf verlascht man auch in diesem Strange die Stöße und zieht endlich

1) Allg. Forst- und Jagdzeitung 1899, 325 ff., do. 1902 185 ff.

die Muttern an den Spurstangen unter genauer Beobachtung der Spurweite fest. Den Schluß macht das Unterstopfen der Schienen mit Schotter etc. an Stellen, wo sie etwa hohl liegen. In Kurven verwendet Bierau auch die geraden Schienen, läßt sie zuerst in gerader Linie sorgsam verlaschen und biegt sie dann durch Zug oder Druck in die richtige Lage hinein. Damit die Spurstangen immer möglichst senkrecht zu den Schienen stehen, sind für den Innenstrang des Gleises kürzere Ausgleichstücke notwendig. Um dem Ausbiegen der Schienen vorzubeugen, das bei Durchfahren von schweren Lasten in Kurven eintreten kann, müssen hier die Spurstangen näher zusammengerückt werden. Das System hat den Vorteil, leichte Verlegbarkeit mit höchster Tragfähigkeit und sicherer, stoßfreier Fahrt zu vereinen. Es gestattet, mit den Dampfmaschinen auch die fliegenden Gleise zu befahren. Insbesondere gewährleistet es auch eine ruhige Fahrt in den Kurven, da hier die Schienen einen geschlossenen Bogenzug bilden, während bei Verwendung gerader Joche immer kleine Ecken entstehen, an denen sich die Räder stoßen, wodurch dann Materialbeschädigungen veranlaßt werden. Für die Zwecke der Forstwirtschaft darf es daher als ganz besonders geeignet bezeichnet werden.

§ 47. Die Einschienenbahnen. Es gibt eine Reihe von Formen einschieniger Bahnen, die man in zwei Gruppen einteilen kann je nach der Höhe, in der sich die Schiene über dem Boden befindet und der davon abhängigen Lage der Last gegenüber der Schiene.

a) Die Schiene steht nur wenig über die Geländeoberfläche empor — ca. 2 bis 3 cm —, der Wagen läuft auf ihr mit mindestens zwei hintereinander stehenden Fahrrädern. Zum Schutz gegen das Umkippen sind entweder auf der Achse des Fahrrades beiderseits Stützradscheiben mit etwas kleinerem Durchmesser, oder am Untergestell Streben angebracht, die fast bis auf den Boden herabreichen. Kommt die Schiene zum Ausgleich kleiner Unebenheiten auf kurze Strecken höher über den Boden heraus, so legt man im Abstand der Stützräder oder Streben Leitschienen. Das System wird für enge Schluchten empfohlen, die keinen zweischienigen Bau erlauben. Die Betriebssicherheit ist jedoch noch immer gering. Der Minimalradius für Langholz beträgt 20 m [1]).

b) Die Schiene liegt so hoch über dem Boden, daß der Wagen sich unter der Schiene bewegt, auf der die Laufräder fahren. Hänge- oder Schwebebahnsystem. Dasselbe entspricht dem Prinzip der Drahtseilriese, nur daß an Stelle des Tragseils feste Schienen treten. Es kann sich wie diese durch verschieden hohe Träger dem Gelände anpassen, erlaubt aber nur kürzere Spannweiten als die Drahtseilriesen [2]).

§ 48. Die Fahrzeuge. Den leichten einfachen Einrichtungen der Bahnen müssen auch die Fahrzeuge nach ihrem Material, Gewicht, Bau und ihren Maßverhältnissen entsprechen. Der forstliche Betrieb verlangt nur mäßige Geschwindigkeit, aber leichte Gebrauchsfähigkeit, Stärke und Dauerhaftigkeit. Laden und Entladen soll sich rasch und gefahrlos, ohne Schaden durch plötzlichen Druck und Stoß, vollziehen. Für die geringe Spurweite taugen nur niedrige kurze Gestelle mit gedrungenem Bau, stark und leicht, wohl bemessen in jeder Hinsicht, um auch die nachgiebigeren oft gefällungleichen fliegenden Bahnen ungefährdet zu durchlaufen.

1. Das Rädergestell muß von vorzüglichster Güte sein, weswegen weicher Tiegelgußstahl allem anderen vorzuziehen ist. Die Achsenlänge und Stärke ist durch die Spurweite und den Anspruch auf Tragfähigkeit gegeben — der Raddurch-

1) Ueber das hierher gehörige Feldbahnsystem Lehmann vergleiche: Handbuch d. Ingenieurwissenschaften V. VII. Birch, Schmalspurbahnen 2. Aufl. Leipzig 1910.

2) Siehe Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen 1898 p. 310.

messer meistens zwischen 27 und 35 cm. Einflanschige Räder (d. h. mit einem Spurkranz) haben geringere Reibung, zweiflanschige bieten mehr Sicherheit gegen Entgleisung, weil sie beiderseits der Schienenköpfe laufen. Die Räder sollen fest mit der Achse verbunden sein, weil sich die Achse dann nicht ungleichmäßig abnützt und die Gefahr, daß sich ein Rad während der Fahrt loslöse, wegfällt.

Die Achsschenkel laufen in metallenen Achsbüchsen, welche am Untergestell angebracht und mit zugänglichen selbsttätigen Schmiervorrichtungen verbunden sind; befinden sich die Büchsen außen, so laufen die Räder innerhalb und die Gestelle werden geräumiger aber schwerer.

Das Untergestell kann einen Rahmen aus Holz oder Eisen haben; dem ersteren wird man für Waldbahnen wegen der leichteren Reparaturfähigkeit den Vorzug geben.

Die Anbringung von Achsenfederungen oder Buffern ist erwünscht, besonders wichtig aber sind die Bremsen, die leicht zu bedienen und rasch und sicher wirksam sein sollen. In Anwendung finden wir Hebel- und Spindel-(Schrauben-)bremsen. Die Hebelbremsen sind wenig zu empfehlen, ist der Hebel nach oben gerichtet, so genügt er nur für einfache Verhältnisse, die Tritthebelbremse aber bringt bei der Bedienung eine nicht unerhebliche Gefährdung des Personales mit sich, das auf den seitwärts herausstehenden Hebelarm treten muß. Die Standspindelbremse wird beim Laden von Langholz leicht hinderlich, am meisten empfiehlt sich die Seitenspindelbremse in der von Bierau sehr glücklich ersonnenen Form der Seilradbremse, die es ermöglicht, beide Wagen eines Langholztransportes vom hinteren Wagen aus gleichzeitig zu bremsen und freizumachen. Bremsklötze aus weichem Holze sind den eisernen vorzuziehen, sie wirken sicherer und das Rad nützt sich weniger ab. Das Untergestell muß ferner mit Vorrichtungen zum Anspannen der Zugtiere bzw. zum Anhängen an die Dampfmaschine und zum Koppeln der Wagen untereinander versehen sein.

Fig. 69.

Zur vollkommenen Ausnützung des Fahrparks wählt man Unterwagen, die für jede Art von Warenförderung mit geeignetem Oberbau ausgestattet werden können — Universalwagen (Fig. 69):

1. für ganze Stämme oder Schaftstücke zur sicheren Auflagerung und namentlich zur vollkommenen Beweglichkeit wagrecht über dem den Kurven der Bahn folgenden Unterwagen einen Drehschemel mit Sattelform. Sein aufrechter Drehzapfen wird in der Mitte des Unterwagens eingelassen, auf dessen Drehscheibe der Schemel mit Rädern oder Rollen läuft. Zwei ,,Rungen", zum leichten Auf- und Abladen abnehmbar, halten beiderseits die Stämme, um welche man außerdem Ketten schlingt. Auf diesen Drehschemeln eines Wagenpaars ruhen die aufgeladenen Stämme [1]).

[1]) Konstruktionen von Drehschemeln, auch solche ohne Rungen, bestehen schon in großer

2. für Schnitt-, Spalt- und Brennholz (auch Stangen) wird statt der Drehschemel ein ebener kurzer Aufsatz aus Holz und Eisen auf einen Wagen, ein längerer über zweien eingezapft, mit Wänden oder geraden Rungen auf beiden Enden, zum Befestigen der Ladungen,

Fig. 70.

3. zum Aufladen von Futter, Streu, Torf etc. dient ein gitterförmiger Aufsatz,

4. für Sand, Erde, Steine, Früchte die sog. Kippmulde, welche nach hinten oder seitwärts mittelst einfachem Mechanismus umgestürzt werden kann.

Weitaus die meisten Vorteile treten bei der Stammholzförderung zutage: die lenkbaren niedrigen Fahrzeuge, die leichte Verlegbarkeit der Gleise, die geringe Ladhöhe und dazu die nötig gewesene Ergänzung durch die Hebgeschirre, deren ebenfalls eine ganze Reihe konstruiert worden ist.

S § 49. Das Hebegeschirr (Hebzeug). Ein ruhiges Aufladen schwerer Stämme, ohne Gefahr für die Arbeiter, ohne Schaden für die Bahnen und Fahrzeuge und zu großen Zeitverlust bedingt die Anwendung von Hebwerkzeugen. Die Arbeiter müssen

1. mit ihnen jeden Stamm vom Boden allmählich so weit schwebend aufheben können, daß Schienengleise unterlegt, zwei Schemelwagen darauf gestellt und unter den Stamm herangeschoben,

2. ohne jähen Ruck oder Stoß der schwebende Stamm in die Gleisrichtung gebracht und auf die Wagen niedergelassen werden kann,

3. die Hebvorrichtung muß von zwei Arbeitern getragen und gehandhabt werden können.

Die Handhabung des Geschirrs, das Erfassen der jeweiligen Sachlage und das Zusammenwirken der Kräfte beim Heben, Gleislegen, Laden, Fahren und Entladen muß geübt werden, um alle Vorteile wahrzunehmen.

Fig. 71.

Die anfänglich vielgebrauchte Heblade, eine bekannte ältere Vorrichtung, welche die Lehre vom zweiarmigem Hebel benützt, drei Arbeiter und meistens zwei Aufstellungen (am Stock- und Zopfende) erfordert, aber nicht ungefährlich ist, wurde bald durch verschiedene Zahnstangen-Winden ersetzt. Hier wird zu jeder Seite des (mutmaßlichen) Stammschwerpunkts eine starke Winde (Fig. 71) aufgestellt, deren verbindender Querbalken an Zange und Kette den Stamm soweit hebt, wie die Zahnstangen reichen, worauf der Stamm unterlegt, der Querbalken gelöst und untergeschoben und nach dem Niederlassen der Zahnstangen auf ihm die höhere Hebung vollendet wird.

An den Schraubenwinden sind die Zahnstangen durch zwei Schrau-

---

Auswahl, z. B. solche, welche zum Entladen sich seitwärts umkippen lassen (und sich selbsttätig wieder aufrichten), von Krupp in Essen.

benwerke im Holzgestell ersetzt, deren eine Spindel, beim Drehen der Welle mit der Kurbel, rechts (aufwärts), während die andere links (abwärts) geht.

Fig. 72.

Der tragbare Krahnen besteht aus dem Kranengestell mit Ketten- (oder Seil-)Winde, deren gebogener Arm einen Flaschenzug trägt und an seinem Ende von einer gegenübergestellten Stütze hochgehalten wird.

Der Baumkrahnen (mit Doppelhebel)[1]) setzt sich aus zwei trennbaren eisernen Krahnenträgern mit verstellbaren Fußstützen zusammen, wird zum Gebrauch in seinen zwei Halbbogen-Enden durch einen Bolzen geschlossen, trägt an Ketten in der Mitte die sog. Teufelsklaue, welche den Stamm umfaßt und deren geeichte Ketten durch zwei Triebräder aufgenommen und durch einen Handhebel beiderseits aufgezogen werden.

Eine ähnliche Zusammensetzung zeigt die zweiteilige Zentralheblade[2]), ihre Teufelsklaue mit geeichtem Kettenzug wird jedoch durch zwei in halber Gestellhöhe angebrachte Zahnrad-Getriebe mit Kurbeln in Tätigkeit gesetzt (Fig. 72).

Aufladevorrichtungen mit geneigter Ebene, Verbesserungen der Schraubenwinde, des tragbaren Krahnens u. a. sind seither von verschiedenen Seiten vorgeführt worden.

§ 50. Betrieb der Waldbahnen. In der Ebene müssen die leeren Wagen bis an den Hiebsort verbracht, auf die letzten Enden der fliegenden Gleise geschoben und nach vollzogener Beladung wieder auf dem Hauptgleise zu Zügen zusammengestellt und dann nach dem Umladeplatz geführt werden. Hierzu ist immer eine bewegende Kraft (Pferde- oder Dampfmaschinen-) nötig. Im Gebirge kann der Transport der beladenen Wagen vielfach allein durch die Schwere bewirkt werden, es handelt sich nur darum, die leeren Fahrzeuge in die Höhe nach dem Hiebsorte zu bringen, nach Aufnahme der Last werden sie von den Arbeitern einzeln oder in kleinen Zügen durch Schieben in Bewegung gesetzt, falls nicht das Gefälle so stark ist, daß schon das Oeffnen der Bremsen genügt, um das Abwärtsgleiten zu veranlassen. Während der Talfahrt muß die Aufmerksamkeit der Bremser hauptsächlich darauf gerichtet sein, zu verhüten, daß die Geschwindigkeit zu groß werde. Eine Zugkraft wird im Gebirge nur beansprucht, wo der Transport längere Strecken bergauf, eben oder mit ganz geringer Neigung bergab geht.

Die Verwendung von Dampfmaschinen ist — wie früher erörtert — nur lohnend, wenn es sich um Massen von mindestens 10 000 fm (bei Transport bergauf 3000 fm) handelt. In allen andern Fällen werden als Zugkräfte nur Pferde oder Ochsen in Frage kommen.

1) Durch Dolberg-Rostock zuerst gebracht und sogleich als sehr brauchbar befunden.
2) Aus den Werken des Osnabrücker Georgs-Marien-Bergwerks- und Hüttenvereins, vorgeführt auf einer Ausstellung im Oktober 1885.

Da der Waldeigentümer doch meist das ganze liegende wie rollende Material stellen muß, ist i. A. die eigene Verwaltung der Bahn der Vergebung an Unternehmer vorzuziehen. Auch empfiehlt es sich beim Betrieb insbesondere beim Laden die Holzhauer zu verwenden, um ein gutes Ineinandergreifen der Fällung, des Rückens und der Abfuhr zu bewirken, durch das viel Geld und Zeit gespart werden kann.

§ 51. Drahtseilbahnen. Während bei den Drahtseilriesen die Last durch ihr eigenes Gewicht längs eines Seiles zu Tal gleitet und das Bremsseil mit sich zieht, bewegt sich bei den Drahtseilbahnen das Zugseil selbst und nimmt die daran festgehängten Wagen mit. Bei den Drahtseilbahnen im engern Sinn hängt der Wagen in der Höhe, seine Räder — Rollen — laufen auf einem zweiten Drahtseil, dem Tragseil. Bei Bremsbergen und Aufzügen dagegen bewegt sich der Wagen auf Schienen, die auf dem Boden befestigt sind. Von beiden Arten gibt es verschiedene Systeme.

Von den Drahtseilbahnen i. e. S. hat sich am besten das System der Firma Bleichert bewährt [1]). Die beiden Tragseile — für Hin- und Rückfahrt — sind an dem einen Ende fest in der Erde verankert, auf der Strecke werden sie von Stützen getragen, mit Hilfe deren auch Gefällsbrüche und kleine Gegengefälle ausgeglichen werden können. Die andern Enden hängen über Rollen frei herab und sind mit Gewichten beschwert, um sie stets gespannt zu erhalten. In den beiden Endstationen schließen sich an die Tragseile die Schienen einer kleinen Schwebebahn an und bilden so mit diesen eine geschlossene Schleife. Bei Bahnlängen von mehr als 2,5 km sind Zwischenstationen nötig mit Spannvorrichtungen für die Tragseile. Die Wagen werden auf der Beladestation beladen, auf den Schienen der Schwebebahn an das Zugseil herangeschoben und an dieses angekoppelt. Dann laufen sie über Weichen auf das Tragseil und auf diesem zur Empfangsstation, in der sie wieder über Weichen auf die Schwebebahnschienen übergehen, losgekoppelt, entladen und wieder an das Zugseil angehängt werden und dann die Rückfahrt antreten. Das Zugseil läuft in den Stationen über Seilscheiben, die vom Motor angetrieben werden und mit Bremsvorrichtungen versehen sind, auf den Zwischenträgern über Rollen; es bildet eine in sich geschlossene Schleife [2]). Die Talfahrt kann auch ohne Motor allein durch das Gewicht der Last bewirkt werden.

Die Drahtseilbahnen nehmen wenig Gelände in Anspruch, ihr Betrieb ist einfach und von der Witterung unabhängig, sie können auch bergan große Lasten befördern und sich jeder Geländeform anpassen. Doch setzt ein rentabler Betrieb, wie bei jeder Waldbahn, große Transportmassen voraus, und so gilt für ihre Anwendbarkeit im Bereich der Forstwirtschaft das von den Drahtseilriesen gesagte, nur ist eben auch der Transport bergauf möglich.

Bei Aufzügen und Bremsbergen laufen die durch das Seil mit einander verbundenen Wagen auf Schienen. Das Seil wird von Rollen getragen, es läuft um Seilscheiben, die beim Aufzug zum Antrieb und Bremsen, beim Bremsberg nur zu letzterem dienen, da hier der beladene oder doch mit Uebergewicht versehene oben abgehende Wagen den andern hinaufzieht. Auf Einzelheiten kann hier nicht eingegangen werden [3]).

---

1) Angerholzer a. a. O. p. 95 ff.

2) Einzelheiten wolle man den gut illustrierten Katalogen der Firma A. Bleichert u. Co. Leipzig-Gohlis entnehmen.

3) Die älteste forstliche Bringungsanlage dieser Art ist wohl der von Huebmer um 1810 im „Stillen Mürztal" geschaffene Holzaufzug mit Handbetrieb. Oestr. Vierteljahresschrift für Forstwesen 1909.

VII. Die Veranschlagung der Baukosten.

S § 52. Die Kosten eines Baues werden vorher veranschlagt teils um die Ausführbarkeit mit den verfügbaren Mitteln zu ermessen oder dieselben rechtzeitig flüssig zu machen, teils um verschiedene Bauarten nach ihrem Aufwand und Vorteil zu vergleichen, teils um eine sichere Grundlage für die Vergebung der Lieferungen und Arbeiten zu gewinnen.

Für jeden Bau sind zu überschlagen:

A. der Wert der Baufläche bezw. die Größe der Entschädigung für ihre Abtretung oder zeitweise Ueberlassung sowie der Aufwand der Abräumung;

B. Die Beschaffung von Baustoffen, Geschirr und Gerätschaften und die Kosten der Abnützung;

C. die Miete menschlicher und tierischer (oder mechanischer) Arbeitskräfte mit oder ohne Arbeitszeug.

Für jedes Geschäftsjahr fertigt man Bedarfs-Uebersichten nach allgemeinen Erfahrungssätzen, für jeden ansehnlicheren Bau einen genaueren Kostenanschlag auf Grund der Absteckungen, Ausmessungen und Einzelberechnungen. Letztere umfassen folgende Einzelheiten:

1. Abräumung der Stöcke und Wurzeln und des Bodenüberzuges,
2. Bau des Wegkörpers durch Ab- und Auftrag und Ausebnung der Bauflächen,
3. Einmalige und dauernde Anstalten zur Wasserableitung,
4. Herstellung der Fahrbahn (bzw. Bahnlegung) und Befestigung,
5. Aufbau der Böschungen, Pflasterungen und des Mauerwerks,
6. Bau von Wasserdurchlässen,
7. Nebenanstalten (Schutzvorrichtungen etc.),
8. Anschaffung von Geschirr, Gerätschaften, Fahrzeugen und dergl. für den Bau und den künftigen eigenen Fahrbetrieb,
9. Kosten der Vorarbeiten und Arbeitsaufsicht.

Ueber den Erwerb oder die Miete fremden Geländes müssen zeitig Verhandlungen gepflogen und nach erzielter Einigung Kauf- oder Mietverträge abgeschlossen werden.

Soweit die eigenen Baustoffe nicht zureichen oder nicht taugen, sind Bezugsquellen zu ermitteln und Lieferungsverträge abzuschließen (Art, Zeit, Ort, Preis, Zahlungsort und -Termin, nach Preislisten, Proben).

Die Mitteilung von Zahlen bezüglich der Wegbaukosten hat keine große praktische Bedeutung, weil die Löhne und Bauverhältnisse gegendweise zu verschieden sind. Die Veranschlagung muß daher immer von den örtlichen Erfahrungen ausgehen, fehlen solche, so empfiehlt es sich vor Beginn einer größeren Bautätigkeit kleine Probestücke im Taglohn unter genauer Aufsicht ausführen zu lassen, um Anhaltspunkte zu gewinnen. Für kleinere Bauten reichen die in den Forst- und Jagdkalendern enthaltenen Uebersichten aus. Die im folgenden § gemachten Angaben nach Arbeitstagen — für erwachsene männliche Arbeiter mit 10stündiger Arbeitszeit — sollen daher nur zur allgemeinen Orientierung dienen.

§ 53. Kosten (Zeitaufwand) der einzelnen Arbeiten. Die Abräumung der Baufläche vom Bodenüberzug und Wurzelstöcken kann in vielen Fällen gegen Abgabe dieses Materiales kostenlos erzielt werden. Der Zeitaufwand schwankt bei durchwurzeltem Boden zwischen $^3/_4$ und 2 Stunden pro qm, bei Rasen zwischen $^1/_4$ und $^1/_2$ Stunde, bei Heide etc. zwischen 10 und 20 Minuten, bei Moos, Humus etc. 5—10 Minuten pro qm.

Das Lösen der Abtragsmassen erfordert je nach deren Bindigkeit sehr verschiedene Zeiten, die örtlichen Umstände (Mächtigkeit der zu beseitigenden Schicht, Feuchtigkeit) und die Gewandtheit der Arbeiter sind gerade hier von ausschlaggebender Bedeutung, so daß in dieser Beziehung ganz besonders die örtlichen Erfahrungen wichtig sind. Die folgende Uebersicht soll nur die Grenzen ungefähr angeben.

Der Arbeitsaufwand für das Lösen (einschließlich des Transportes auf Wurfweite mit der Schaufel und Spaten, soweit diese verwendet werden können) beträgt pro cbm

Bei losen, lockeren Bodenarten	0,7— 1,5	Stunden
„ mittelfesten „	1,2— 2,0	„
„ schweren zähen „	2,0— 3,0	„
„ Bodenarten und Gesteinen, die mit der Spitzhaue bearbeitet werden müssen	3,0— 5,0	„
„ Gesteinen, die mit Brechgeschirr zu bearbeiten sind	4,5— 8,0	„
„ „ „ zu sprengen sind	7— 14,0	„
„ klüftigen, harten Gesteinen	15 —22,0	„

Werden die gelösten Massen im gleichen Profile verwendet, so ist es i. d. R. nicht erforderlich für den Transport eine Vergütung zu geben und für das Anschütten der Auftragskörper nur dann, wenn diese so mächtig sind, daß es notwendig wird, die aufgeschütteten Massen festzustampfen. Hiefür ist pro cbm ein Zeitaufwand von 1—1,2 Stunden erforderlich.

Wie die mittlere Förderweite gefunden werden kann, wenn die Gewinnungs- und Verwendungsstellen des Auftrags weiter von einander entfernt sind, ist im § 27 gezeigt worden. Nennen wir sie x und die Geschwindigkeit des Fuhrwerks g, so erfordert ein Transport die Zeit $\frac{2x}{g}$ wozu dann noch für den unvermeidlichen Aufenthalt beim Wechseln der Wagen — die Beladung geschieht i. d. R. durch die Arbeiter, welche das Lösen besorgen — beim Entleeren, Ausweichen etc. ein Zuschlag zu machen ist, den wir mit z bezeichnen wollen. Der Gesamtzeitraum für eine Ladung beträgt also $\frac{2x}{g} + z$. Faßt nun das Fuhrwerk i cbm, erhalten die zu seiner Führung erforderlichen Arbeiter — eventuell nebst den Tieren — einen Taglohn T, und arbeiten sie n Stunden, so kostet der Transport eines cbm: $\frac{T}{n \cdot i}\left(\frac{2x}{g} + z\right)$. Für die Abnutzung des Geschirres, das die Arbeiter i. d. R. stellen, ist noch ein Zuschlag von etwa 10 % zu machen.

Die Grabenanlagen kann man entweder nach der Aushubsmasse veranschlagen oder Durchschnittspreise nach dem laufenden Meter ansetzen. Das letztere Verfahren ist auch bei den Dohlen meist üblich, für genauere Veranschlagung müßten getrennt berechnet werden:

der Aufwand für Erstellung der Baugrube.
„ „ „ Beschaffung des Baumateriales,
„ „ „ Bau des Dohlens und Ausfüllung der Baugrube. Die Höhe des Bauaufwandes richtet sich hierbei hauptsächlich nach der gewählten lichten Weite.

Für das Abwölben der Fahrbahn und für die einfachen Arten der Böschungsbefestigung ist eine Vergütung zu gewähren, die darnach zu bemessen ist, daß für 100 qm etwa 15 Stunden erforderlich sind. Die Baugrube für ein Gestück kann vielfach mit der Planierung des Erdkörpers erstellt werden, für sie ist dann keine besondere Entschädigung zu leisten, dagegen ist aus der Breite und Höhe des Fundaments der erforderliche Steinbedarf zu berechnen, und wenn die an Ort und Stelle gefundenen Steine nicht ausreichen, die Kosten für Gewinnung und Beifuhr zu ermitteln. Für das Setzen, Richten und Ausschlagen des Gestückes müssen pro cbm etwa 3—5 Stunden gerechnet

werden. Ebenso wird die erforderliche Schottermenge nach cbm berechnet, auch bei ihr ist der Kostenaufwand hauptsächlich von der Entfernung abhängig, auf die hin ein Transport notwendig wird. Das Kleinschlagen des Schotters beansprucht je nach der Gesteinshärte pro cbm ½—1 Tag, das Ausbreiten 1—1 ½ Stunden pro cbm. Endlich wäre für das Uebererden noch eine Vergütung von ca. 10 Pfg. für das laufende Meter zu gewähren, sofern das Material hierzu an Ort und Stelle gewonnen werden kann. Die Kosten für etwaiges Festwalzen der Schotterdecke richten sich hauptsächlich nach den Mietkosten (Verzinsung und Amortisation bei Eigentum) der Walze, den Tag- und Fuhrlöhnen der Gegend. An einem Tag können ca. 2 km gewalzt werden. Erforderlich sind 2—3 Pferde und 2—3 Arbeiter.

Mauerbauten veranschlagt man unter Anrechnung der ortsüblichen Preise nach dem Kubikmeter.

Für Brückenbauten wird man am besten den Voranschlag durch einen Bausachverständigen aufstellen, oder die von Handwerksleuten (Zimmermann, Maurer) gefertigten Ueberschläge von einem solchen prüfen lassen.

Die Anlagekosten einer Waldeisenbahn bestehen in jenen für die Erstellung eines schmalen Erdweges und denen für Anschaffung des liegenden und rollenden Materiales. Diese können leicht aus einem Preisverzeichnis der betr. Fabriken erhoben werden. Hiezu treten dann noch die Kosten für das Legen der Gleise. (In Schirmeck 7 Pfg. für 1 l. m.) Für Drahtseilbahnen, -riesen, Bremsberge und ähnliche Anlagen wird man i. d. R. von einer geeigneten Firma detaillierte Kostenanschläge erheben.

VIII. Einleitung und Betrieb der Bauten.

§ 54. Bauzeit. Die günstigste Zeit für die Erstellung von Wegbauten ist Sommer und Herbst. Kann mit dem Bau so frühzeitig begonnen werden, daß bis zur Benutzung des Weges ein volles Jahr verstreichen wird, so ist es ratsam im ersten Sommer nur den Erdbau nebst den Dohlen, Brücken und sonstigen Uebergängen zu erstellen, ihn dann über Winter sich unter dem Einfluß der Feuchtigkeit setzen zu lassen und erst im zweiten Sommer das Gestück und die Beschotterung einzubringen, nachdem die Unebenheiten, die das Setzen hervorgerufen hat, beseitigt worden sind. Vielfach wird die Wahl der Bauzeit auch beeinflußt durch die Schwierigkeit Arbeiter zu bekommen und die Absicht dem vorhandenen Stamme ständiger Waldarbeiter jahraus jahrein Verdienstgelegenheit zu bieten. Wo die Holzhauerei im Winter und Frühjahr geschieht, geben die Wegbauten Beschäftigung im Sommer und Herbst, herrscht Sommerfällung, so verlegt man die Wegbauten in den Herbst und Vorwinter, die Gewinnung und Zurichtung von Steinen für Gestück und Schotter kann sogar während des ganzen Winters erfolgen. Im Ueberschwemmungsgebiet muß die Zeit des tiefsten Wasserstandes (Nachsommer, Herbstanfang) zur Bauausführung benützt werden.

§ 55. Die Vergebung der Arbeiten. Die Ausführung der Wegbauten geschieht i. d. R. im Akkord. Taglohnarbeit ist nur üblich bei kleinen Bauten, oder wenn es sich um Unternehmungen handelt, für die noch keine örtlichen Erfahrungen vorliegen, die als Grundlage für die Vergebung im Akkorde dienen könnten, schließlich für besonders schwierige oder wichtige Arbeiten. Die Bevorzugung der Akkordarbeit ist sachlich dadurch gerechtfertigt, daß der Arbeiter bei vielen Bauausführungen durch persönliche Geschicklichkeit und Findigkeit, durch ein zweckmäßiges Angreifen der Aufgabe viele Zeit, Mühen und Kosten ersparen kann, wofür ihm dann auch ein

Mehrverdienst gebührt. Auch läßt sich das zweckmäßige Vorgehen durch bloße Aufsicht nicht erzwingen, der Arbeiter selbst muß am Erfolge interessiert sein. Dagegen wird i. d. R. die Vergebung durch Handakkord der Versteigerung an den Wenigstfordernden vorzuziehen sein, damit man die eigenen Waldarbeiter vor Fremden bevorzugen, das unvernünftige Unterbieten verhüten kann. Für größere Maurer-, Zimmermanns- und Schlosserarbeiten kommt meist nur ein einziger Handwerker in Frage, andernfalls kann für derartige Bauten das Submissionsverfahren angewendet werden.

Die Grundlage der Arbeitsvergebung bildet ein Protokoll, welches enthält:

1. Allgemeine Bestimmungen über die Ausführungen der einzelnen Bauteile (Wegbreite, Grabentiefe, Gestückstärke etc.) über die Einstellung, Abweisung, Versicherungspflicht der Arbeiter, die Vorsichtsmaßregeln zum Schutze dieser wie des Publikums, die Abnahme der einzelnen Bauteile, Gewährung von Vergütung für Mehrarbeit, Auszahlung des Verdienstes, Haftbarkeit des Uebernehmers sowohl für die Güte der gelieferten Arbeit als für Schäden, die er oder seine Leute verursacht haben, über den Anfangs- und Endtermin, Konventionalstrafen und dergleichen mehr.

2. Spezielle Bestimmungen über die Ausmaße und die Ausführung der einzelnen Teile, soweit nötig mit Handrissen, den Kostenanschlag und den Uebernahmspreis.

Von dem Protokolle sollte jeder Unternehmer eine Abschrift erhalten, vom zweiten Teile natürlich nur bezüglich seiner Lose.

§ 56. Die Bauleitung und Aufsicht. Die eigentliche Bauleitung ist Sache des Verwaltungsbeamten, in der Aufsicht muß derselbe von dem Schutzpersonale unterstützt werden, in Bezirken mit umfangreichen Bauten stellt man am besten besondere Wegbauaufseher an, denen dann auch ein großer Teil der Vorarbeiten übertragen werden kann. Der mit der Bauaufsicht betraute Beamte hat zunächst darauf zu achten, daß die Arbeiten sorgsam ausgeführt werden, daß kein unbrauchbares Material mit eingebaut wird, er soll weiter bei unvorhergesehenen Hindernissen die nötigen Anordnungen geben, einzelne fertiggestellte Bauteile, Materiallieferungen einsehen, abmessen und übernehmen. Auch die Kontrolle darüber, daß der Uebernehmer und seine Arbeiter den Bestimmungen der Versicherungsgesetze nachkommen, wird am besten ihm übertragen.

IX. Die Wegpflege.

S § 57. Kein fertiger Bau kann der Nacharbeiten entraten, da kleine Mängel und Mißgriffe nirgends ausbleiben, an den Auftragskörpern durch ungleiches Setzen, am Mauerwerk durch Nachgeben schlechten Verbandes, an den Böschungen durch Ausschwemmen, Ausfrieren und Nachrutschen, an der Fahrbahn durch die Fuhrwerke, Baumstämme und das Wasser. Für jene Bauteile, welche der ständigen Abnutzung durch den Gebrauch unterliegen oder durch Wasser, Witterungswechsel, chemische Vorgänge, Baumwurzeln, Holzfällung u. a. beschädigt oder zerstört werden: die Fahrbahn vor allem, müssen Maßregeln ergriffen werden

I. welche zu starker Abnutzung und Beschädigung vorbeugen,

II. welche die Widerstandsfähigkeit erhalten, mehren oder erneuern,

III. unzulässige Zumutungen, An- und Eingriffe abweisen,

also der Verkehrs-Erleichterung, Instandhaltung und des Schutzes.

Die Wegpflege wird schon durch richtige Wahl der Wegrichtung, des Gefälles,

der Bauart und Baustoffe, genügende Breite und Festigkeit der Bahn, mäßige Neigung und genügende Befestigung der Böschungen, Sorge für Wasserableitung und dergl. in hohem Grade erleichtert.

Arbeiten der Instandhaltung. Je nach den Fahrzeugen und der Art des Fahrens, der Art der Wald-Erzeugnisse und ihrer Aufbereitung, dem Boden und den Gesteinen der Fahrbahnen, der üblichen Hiebs- und Abfuhrzeit und dem Witterungsverlauf verursacht die Wegunterhaltung einen größeren oder kleineren Aufwand an Material, Arbeit und Kosten.

Ist eine gute Steinbahn gebaut und durch Anwalzen gehörig gedichtet, so läßt sich die Wegpflege, nämlich: Reinhaltung und Wasserableitung, Ersatz der Abnutzung oder Umbau der Steinbahnen, Erhaltung der Erdbahnen und das Schneebahnen mit mäßigen Mitteln durchführen.

Vor allem müssen die Wege rein gehalten werden; alle Pflanzenabfälle, tierische Ausscheidungen, Sand, Schlamm und Bauschutt werden mit Haue und Krücke oder mit Reisigbesen in regelmäßiger Wiederholung zur Seite geschafft, namentlich nach Fertigstellung eines Holzschlages und während der Holzabfuhr. Auf Hauptwegen entsteht viel lästiger Staub und Kot, welcher aus den weicheren Gesteinsarten sich rascher und reichlicher entwickelt und das Fahren erschwert. Man verhütet durch Ableitung der Wasserzuflüsse und Einebnung der Bahn zugleich die Aufweichung derselben und tiefe Gleisbildungen.

Auf im Sommer und Herbst viel befahrenen Wegen kann durch Anstrich der Fahrbahn mit Rohpetroleum, Teer, Westrumit, Kiton und ähnlichen Stoffen nicht nur die Staubbildung sondern auch die Abnutzung der Schotterdecke wesentlich vermindert werden. Die Aufbringung erfolgt, nachdem die Straße neu eingedeckt, gewalzt und gut abgetrocknet ist. Doch sind noch weitere Erfahrungen abzuwarten, ehe entschieden werden kann, ob das Verfahren für Waldwege rentabel ist.

Den Erdbahnen muß nach jedem stärkeren Gebrauch durch erneute hohe Abwölbung — Weghobel — und Förderung des Abtrocknens das anfängliche Profil und durch Eindecken mit bindiger Erde, wenn zu locker und sandig — mit Kies und Grobsand, wenn zu tonig und naß — größere Tragfähigkeit verliehen werden. Auch Berasung kann dienlich sein, andere Gewächse dagegen sind innerhalb Kronenbreite fernzuhalten.

Die Steinbahnen nutzen sich unvermeidlich durch die An- und Eingriffe der Fuhrwerke und Zugtiere, die Einwirkung von Luft und Wasser ab. Die Wahl haltbaren Gesteins, Gestaltung und Erhaltung einer geschlossenen flachabgewölbten Bahn, worauf die Fuhrwerke ohne Stöße und Schläge fortrollen, sind einfache Mittel, die Abnutzung zu mindern.

Die härtesten Gesteinsarten (Porphyr, Basalt, Dolerit . . .) haben gegen die weichsten (Kalktuffe, weiche Sandsteine) bei gleicher Stärke eine 18—20fache Zerdrückungsfestigkeit z. B.

	Belastung	
Basalt, Porphyr	140 kg p. □ cm	100 : 20 : 9
Buntsandstein	28 ,, ,, ,,	
Keupersandstein	15 ,, ,, ,,	

und Schottersteine mit 4 cm Würfelkante die vierfache Tragkraft als mit 2 cm, aber jedes Gestein wechselt selbst seine Güte, größere Härte gestattet kleinere Würfel, welche sich besser zu gleichmäßigem Bahnprofil vereinigen. Im Walde ist die Abnutzung übrigens wegen der Verschiedenheit des Gesteins, der Fuhrwerke und ihrer

Ladungen, des Feuchtigkeitsgrades und der Beschattung usw. sehr schwankend, daher auch ein mittlerer Kostenbetrag der Wegpflege schwer anzugeben.

Der Bedarf an Schottermaterial für die Hauptwege ist sehr verschieden je nach dem zur Verfügung stehenden Gesteine und nach der Stärke des Verkehrs. Für größere Wegnetze darf man bei hartem Schotter auf den km Weglänge im Durchschnitt 12—15 cbm Schotter, bei weichem Gesteine das Doppelte jährlich rechnen, für einzelne, viel befahrene Wege steigt der Bedarf bis auf das 10fache im Einzeljahr.

In dem 40 km langen Wegnetze des Forstamtes St. Blasien betrug im Durchschnitt der Jahre 1886/94 der Bedarf an Schotter pro km 12,22 cbm. Das verwendete Material war Porphyr, Granit und harter Tonschiefer.

Die Bahnunterhaltung wird auf zweierlei Weise geübt:

1. durch F l i c k e n d. h. stellenweises Ausheben unebener, lockerer und vom Ausfahren oder Einsinken vertiefter Plätze, welche bis zur Bahnhöhe wieder gefüllt und befestigt werden;

2. durch E i n d e c k e n d. h. streckenweises gleichmäßiges Ueberführen der Steinbahn mit neuem Schotter, nach soweit vorgeschrittener Abnutzung, daß das Gestück hervortritt und der Schotter zerrieben und zermahlen erscheint.

Erstere Art eignet sich mehr für besuchte breite Hauptwege mit guter geschlossener Steinbahn, die zweite für Wege II. Ordn. mit weicherer Steinbahn, sowie zur allmählichen Umwandlung von sog. Schotter- und Erdwegen in gute Steinbahnen.

Auch die ,,verdorbenen Steinbahnen", deren Wölbung, Gefälle und Dichtheit in einzelnen Strecken durch versäumte Pflege notgelitten hat, werden einem völligen Umbau durch neues durchgreifendes Eindecken (nach Bedarf mit vorheriger Ausbesserung oder Erneuerung des Gestücks) unterzogen. Kleine Steinvorräte sind dann zum nachträglichen ,,Flicken" zurückzubehalten und seitwärts zu lagern.

V e r s c h n e i t e W e g e werden, wenn nur stellenweise durch Schneewehen (,,Woden") unfahrbar, durch Wegschaufeln wieder geöffnet; nach großem Schneefall mit dem Bahnschlitten (Schneepflug) frei gemacht.

Die Fußbahnen, Böschungen und Gräben, Schotter-, Wend- und Holzlagerplätze werden, je nach Erfordernis, mit Schaufel und Breithaue zeitweise abgezogen oder frisch übererdet (z. B. die Fußbahnen mit dem zermahlenen Abraum der Steinbahn, die Böschungen mit dem Grabenaushub). Die Gräben und Fußbahnen werden von Gewächsen, Laub und humosem Schutt reingehalten und in ihrem Profil erhalten, an den Böschungen dagegen die Wasserrinnen mit grobem Gestein ausgelegt, das Bewachsen gefördert.

Schleif-, Schlitt- und Reitwege werden mit kleinem Steingeröll und Kies oder Grobsand zeitweise überführt.

An Steinbauten wird jede durch Senken, Auswaschen, Ausfrieren, Holzfällung und Abfuhr veranlaßte Störung des Profils und Zusammenhaltes in Bälde durch Ausbesserung, Beseitigung eingedrungener Gewächse, Verspeisung der Fugen und Bewurf — beim Weichen von Mauerteilen durch Abtrag und neuen Aufbau zu beseitigen gesucht.

Häufiger und zeitiger Ausbesserung bedürfen alle Holzbauten — eine Schattenseite derselben, welche durch Imprägnieren und Anstrich namhaft kleiner wird.

Zur Sicherheit des Verkehrs sind namentlich die hölzernen Brücken in allen Teilen öfter zu untersuchen; schadhaftes Gebälke ist auszuwechseln oder doch durch Notbalken, Versteifungen, eiserne Klammern oder dergl. zu befestigen. Beim Aus-

wechseln der Brückendeckung sind die alten noch brauchbaren Teile nach außen zusammenzulegen (oder unter den Spurbohlen). Namentlich ist Auskitten aller Risse und Fugen und periodische Erneuerung des Anstrichs zu empfehlen.

Die Aufsicht über die Wege und ihre Unterhaltung gehört zu den Obliegenheiten der Forstschutzbeamten. Wo ein größeres Wegnetz besteht, empfiehlt es sich, die laufenden kleinen Unterhaltungsarbeiten ständigen Arbeitern — Wegwarten — zu übertragen. Nur in den Zeiten der Neubeschotterung oder des Bahnens bei Schnee werden ihnen noch Taglöhner zugewiesen.

X. Der Holztransport zu Wasser.

§ 58. Bedeutung der Flößerei. Die Benutzung der Wasserläufe zur Beförderung des Holzes ist viel älter als jede andere Transportart, sie allein ermöglichte in früheren Jahrhunderten, als der Holzpreis noch sehr niedrig war, die Verwertung der Erzeugnisse abgelegener Waldgebiete; auf ihr beruhte bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts fast ausschließlich der Holzhandel sowie die Versorgung holzarmer Gegenden, und heute noch spielt die Möglichkeit den Wasserweg zu benützen sowohl bei der Holzeinfuhr Deutschlands als bei dem Wettbewerbe Bayerns und Ostpreußens auf dem niederrheinischen Holzmarkte eine ausschlaggebende Rolle. Menschlichem Ermessen nach wird für den Transport auf große Entfernungen der Wasserweg immer vor der Eisenbahn den Vorrang haben, aber im Walde — als forstliche Bringungsmethode — verschwindet die Flößerei in allen ihren Formen immer mehr, das „reißige Geschlecht der Flößerknechte" ist schon in vielen Teilen Deutschlands ausgestorben und in andern wird die Holzbringung zu Wasser in absehbarer Zeit ihr Ende gefunden haben. Die Ursachen dieses Vorganges sind mannigfaltiger Natur: das Steigen des Holzwertes ließ die beim Wassertransporte unvermeidlichen Verluste und Beschädigungen wichtiger erscheinen als die Ersparnis an Transportkosten, und erlaubte auch größere Kapitalaufwendungen für Wegbauten; das Eindringen der Industrie in die Waldtäler, die Ausnutzung der Bäche für landwirtschaftliche Zwecke rief Anlagen ins Dasein, die dem Betriebe der Flößerei hinderlich waren und durch ihn gefährdet wurden, die Ersatzansprüche ihrer Besitzer für eingetretenen Schaden verteuerten den Wassertransport, die so geschaffenen Werte verlangten einen energischen Schutz gegen Hochwassersgefahren, der aufblühende Holzhandel forderte nach der modernen Losung „Zeit ist Geld" eine rasche Lieferung der erkauften Ware in bestimmten Fristen. So wurde die Holzbringung zu Wasser — abgesehen von dem Transport auf schiffbaren Flüssen und Kanälen — immer mehr in die Alpenländer und in das Innere wenig besiedelter Waldgebirge zurückgedrängt, um auch dort immer mehr moderneren Förderungsarten zu weichen. Dementsprechend kann hier — zumal bei dem knappbemessenen Raume eines Handbuches — nicht eine eingehende Schilderung sondern nur mehr eine Uebersicht der Formen des Wassertransportes gegeben werden.

§ 59. Die Arten der Flößerei. Je nachdem ob die Holzstücke getrennt dem Wasser übergeben oder ob sie vorher zu kleineren oder größeren Körpern verbunden werden, unterscheiden wir die Wildflößerei oder Trift und die gebundene Flößerei.

Die Trift ist die primitivste Form des Holztransportes, sie erfordert wenig Arbeit und meist auch nur wenig Kapital, sie ermöglicht die Bringung größerer Holzmassen in kurzer Zeit. Aber ihre Anwendung ist beschränkt auf Brennholz und kurze Sägklötze bis höchstens 5 m, längeres Holz bleibt gar zu leicht stecken, ja in engen viel gekrümmten Wasserläufen können überhaupt nur 1—2 m lange Stücke getriftet

werden. Damit ist das wertvollste Nutzholz von der Beförderung ausgeschlossen, und wo sonst keine Bringungsanstalten bestehen, drückt dieser Umstand die Nutzholzausbeute wesentlich herab. Sodann geht bei der Trift viel Holz verloren (Senkholz), das nur zum Teile bei der Nachtrift wieder gefunden wird. Es beträgt dieser Verlust nach Förster durchschnittlich 1—5%, steigt aber bis zu 30%. Auch die Qualität des Holzes leidet Not, die Brennkraft wird geringer, das Nutzholz zersplittert vielfach oder reißt auf. — Papierholz darf nicht getriftet werden, weil zu leicht kleine Steinchen in das Holz hineingepreßt werden, welche dann die Zerkleinerungsmaschinen beschädigen. — Führt der Triftbach durch Wiesen oder kultiviertes Gelände, so sind Flurbeschädigungen nicht zu vermeiden, deren Vergütung den Betrieb verteuert. Am bedenklichsten wohl ist der Schaden, den die getrifteten Hölzer an den Ufern und der Sohle des Wasserlaufes anrichten, indem sie diese untergraben und aufwühlen, so daß dann die Hochwasser viel gefährlicher werden als in geschonten Wasserläufen. Nicht übersehen darf man weiter, daß in vielen Bächen der regelmäßige Wasserstand nicht ausreicht, um die Hölzer zu tragen, daß also entweder nur bei Hochwasser geliefert werden kann, der Betrieb daher sehr vom Wetter abhängig ist, oder die Wassermenge künstlich vermehrt werden muß, wodurch erhebliche Auslagen erforderlich werden, sowie daß zur Unzeit eintretende Hochwasser den Verlust der unterwegs befindlichen Hölzer verursachen können. Größere Flüsse können zur Trift nicht benutzt werden, weil die Möglichkeit, die getrifteten Hölzer zu leiten, aufhört, wenn der Strom zu breit wird. Die gebundene Flößerei bedarf keiner größeren Wassertiefe als die Trift, obwohl bei ihr auch Langhölzer befördert werden, andererseits können die größten Ströme mit Flößen befahren werden; die Uferbeschädigungen sind meist kleiner als bei der Trift, aber Wasserkraftanlagen und Brücken in viel höherem Grade gefährdet; die direkten Kosten sind größer, zumal geschulte Arbeiter erforderlich sind, die Herrichtung des Floßes nimmt viel Zeit in Anspruch, so daß die Ausnutzung günstiger Wasserstände schwerer fällt. Das Holz selbst leidet bei der gebundenen Flößerei in kleinen Bächen durch Schleifen an den Steinen der Bachsohle und durch Auffahren auf Felsen, in tiefen Flüssen durch die für die Verbindung unentbehrliche Zurichtungsweise und das lange Liegen im Wasser.

§ 60. Die Triftstraße. Natürliche Wasserläufe, auf denen getriftet werden soll, müssen mindestens ½ m breiter sein, als die größten Holzstücke lang sind, sonst wäre bei jeder kleinen Krümmung ein Steckenbleiben des Holzes zu befürchten. Breiten von 10 m und mehr zwingen die Arbeiter beim Losmachen festgefahrener Hölzer in das Wasser hineinzusteigen und erschweren so den Betrieb. Künstlich angelegte Triftstraßen mit durchaus glatten Wänden und gestrecktem Zuge brauchen nicht einmal so breit zu sein, als das Holz lang ist. Das günstigste Gefälle liegt zwischen 1 und 2%, je wasserreicher der Bach ist um so niedriger kann das Gefälle sein, eine Wassertiefe von 0,6—1 m reicht unter allen Umständen für die Trift von Brennholz und Nadelholzklötzen. Die Ufer des Triftbaches sollen geschlossen sein, Unterwaschungen vermehren den Verlust durch Senkholz und bieten dem Wasser Angriffspunkte, von denen aus leicht umfangreiche Ufereinbrüche bewirkt werden können. Je glätter und fester die Bachsohle ist, um so besser vollzieht sich die Trift, Geschiebemengen und Sandbänke dagegen verursachen leicht Stockungen, ebenso Inseln, große Felsen und ähnliche Hindernisse.

Nur selten ist ein natürlicher Wasserlauf durchweg in solchem Zustande, daß er zur Trift benutzt werden kann, meist müssen die Ufer an einzelnen Stellen befestigt, scharfe Windungen korrigiert, Felsblöcke und Geschiebeansammlungen beseitigt werden. Bei diesen Räumungsarbeiten ist jeder Eingriff zu vermeiden, der die

Festigkeit der Sohle oder Ufer vermindern könnte. Längs des Triftbaches ist ein Weg anzulegen, von dem aus die Arbeiter das Leiten der schwimmenden, das Losmachen der festgefahrenen Hölzer, die Nachtrift und sonstige Geschäfte besorgen können, ohne gezwungen zu sein, Wiesen oder bebautes Land zu betreten.

Künstliche Triftkanäle werden erforderlich in der Ebene, wo die natürlichen Wasserläufe in vielen Windungen mit geringem Gefälle dahinziehen, im Gebirge, wenn es sich darum handelt, das Holz aus einem Talgebiet ins andere zu bringen oder unpassierbare Stellen des Bachbettes zu umgehen. Sie werden wie Wasserkraftkanäle aber mit fester Sohlen- und Uferverschalung erstellt.

§ 61. Vorkehrungen zur Vermehrung der Triftwasser. Die meisten Triftbäche führen während des größten Teiles des Jahres nicht genug Wasser, um den Betrieb zu erlauben. Die Beschränkung der Trift — und ebenso der gebundenen Flößerei — auf die Hochwasserzeiten ist aber in der Regel unzulässig, es erwächst also die Aufgabe, für eine Hebung des Wasserstandes zu sorgen. Die Zuleitung anderer Bäche ist manchmal aber doch nur in seltenen Fällen möglich, meist handelt es sich darum, den Abfluß der vorhandenen Wassermenge in entsprechender Weise zu regeln. Hierzu dienen Wehre und Klausen.

Die Wehre sind Erhöhungen der Bachsohle, die den Wasserlauf durchqueren, das Wasser aufstauen d. h. seinen Abfluß verlangsamen und so unter Verminderung des Gefälles den Wasserstand dauernd erhöhen. Die Stauhöhe darf bei diesen Bauten höchstens 2 m betragen, es werden daher in einem Triftbache meist eine ganze Reihe von Wehren erforderlich, die in solchen Abständen zu errichten sind, daß der Rückstau des unteren Wehres jeweils genügt, um bis zum nächst oberen eine genügende Wassertiefe zu schaffen. Die Krone des Wehres soll möglichst horizontal liegen, und senkrecht zur Bachrichtung stehen, liegt sie unter dem Niedrigwasserstand, so haben wir ein Grundwehr, liegt sie zwischen Mittel- und Hochwasserhöhe ein Ueberfallswehr. Die einfachsten Wehre bestehen aus Bohlenwänden, welche von 2 Reihen Pfählen, die in die Bachsohle eingetrieben sind, in senkrechter Stellung gehalten werden. Sie müssen in die Bachsohle und die Ufer so tief eingegraben sein, daß eine Hinterspülung oder Unterwaschung ausgeschlossen ist. Für die größeren Stauhöhen und in stärkeren Wasserläufen werden Fachwerkbauten aus Bohlen und Balken, besser noch Kastenbauten erstellt, deren Hohlräume dann mit Letten, Ton oder Steinen ausgefüllt werden oder man errichtet kleine Steindämme. Besondere Vorsicht erheischt die Anlage des Sturzbettes, das entweder mit großen Steinen abgepflastert oder durch Bohlenbelag geschützt wird, falls man nicht an Stelle des Steilabsturzes eine flache aus Steinen hergestellte Böschung treten lassen will. Die ständigen Wehre geben leicht zur Versandung bezw. Auffüllung mit Geschiebe des hinter ihnen gelegenen Teiles des Bachbettes Anlaß, die soweit gehen kann, daß die Wassertiefe nicht mehr ausreicht, sie bereiten überdies dem Durchgang gebundener Flöße Schwierigkeiten. Aus diesen Gründen hat man sie vielfach mit Schleusvorrichtungen versehen, zu Schleusenwehren ausgebaut, sodaß man den Wasserstand leicht regeln kann. Die Breite der Schleuse muß sich natürlich nach derjenigen der Flöße richten, welche sie passieren sollen.

Die Keuter oder temporären Wehre sind Bauten, die jeweils für die einzelne Trift errichtet werden, indem man einen Grundbalken quer über die Bachsohle legt, und über ihm mit Faschinen, die durch Pfähle und Stangen festgehalten werden, einen Damm errichtet, der mit Erde und Moos gedichtet wird. Man spannt so das Wasser bis auf die Höhe von 1 m und läßt es dann durch Einreißen des Wehres auf einmal abströmen, damit es die vor dem Keuter gelagerten Hölzer mit forttrage.

B. Klausen (Schwallungen) sind Schleusenwehre, die zur Aufspeicherung großer Wassermengen dienen sollen, damit man mit diesen die Triftstraße nach Bedarf bewässern könne. Die Anlage einer Klause soll tunlichst hoch oben im Tale geschehen,

damit ein recht langes Stück des Bachlaufes von ihr gespeist werden kann, reicht ihr Wasser nicht aus, um das Holz bis in die immer floßbaren Gewässer oder seinen Bestimmungsort zu bringen, so werden weiter unterhalb Nebenklausen angelegt. Andererseits muß aber das Einzugsgebiet der Klause noch groß genug sein, um eine rasche Füllung derselben zu ermöglichen. Zur Baustelle wählt man, wenn irgend möglich, eine Verengung des Tales, so daß die Schleusenfront nicht zu breit wird und an die Felsen der Talwände angelehnt werden kann, während die dahinter liegende Talerweiterung das Staubecken bildet. Günstig ist es, wenn der Talboden hier nur mit mäßigem Gefälle ansteigt aber steile Wände hat, weil dann schon mit mäßig hohen Dämmen eine große Wassermenge aufgestaut werden kann. (Sehr gut lassen sich vorhandene Seen benutzen.) Weiter ist ein solider Baugrund notwendig, damit das Wasser nicht unter oder neben dem Schwellwerk durchbrechen kann. Die Klause selbst kann hergestellt werden aus Erde, aus Holz, aus Stein und den Kombinationen dieser Stoffe. Die Erdklausen sind Dämme, welche einen Kern von wasserundurchlässigem Material haben, der bis auf den festen Untergrund reichen muß, nach außen dann mit gewöhnlicher Erde, mit Rasen oder Steinen abgedeckt sein kann. Für die Holzklausen gibt es eine große Zahl z. T. sehr verschiedener Konstruktionen, am meisten dürften sich Spundwände aus starken Bohlen und Pfosten und der Kastenbau mit Steinfüllung bewähren. Die Errichtung von Steinklausen aus soliden Quadern ist sehr kostspielig, Gayer empfiehlt die im bayrischen Walde übliche Kombination einer in Zement aufgeführten Bruchsteinmauer mit einem starken Erddamm nach der Talseite, während die dem Wasser zugekehrte Seite aus Quadern aufgeführt ist. Je höher die Klause und je größer die von ihr zurückgehaltene Wassermenge ist, um so stärker muß der Damm sein.

Die Klause muß versehen sein mit einem Durchlaß für das zur Flößung bestimmte Wasser (Haupt- oder Hochwasser), ferner mit einem Ueberfall für den Ablauf derjenigen Wassermengen, welche noch zufließen, nachdem das Staubecken gefüllt ist. Liegt der Hauptdurchlaß nicht in der Bachsohlenhöhe, so findet sich hier noch ein weiterer Durchlaß, der dazu dient, die Klause behufs Reinigung von Schlamm und Geschiebe ganz zu entleeren. Zum Verschluß des Hauptdurchlasses dienen Schlagtore, welche nach Oeffnung des Verschlusses sich unter dem Druck der Wassermasse von selbst nach außen öffnen; Hebetore, welche mit Hebeln, Ketten, Zahnradgetrieben und ähnlichen Mitteln in die Höhe gehoben werden und so eine Regulierung des Abflusses ermöglichen, ferner sind angewendet Zapfenverschlüsse und in primitiven Klausen der stehende oder liegende Versatz.

Der stehende Versatz wird hergestellt aus starken Halbrundlingen, die senkrecht in den Boden des Durchlasses eingetrieben werden. Eine Grundschwelle und ein horizontaler Schlußbalken oben, an die sie vom Wasser angepreßt werden, geben ihnen genügenden Halt, die Fugen werden mit Moos und Lehm gedichtet und vor der Grundschwelle ein kleiner Damm aus Letten errichtet. Am oberen Ende trägt jeder der Versatzposten einen Ring, an dem, falls die Klause geöffnet werden soll, der Arbeiter zieht; sobald der Pfosten gelockert ist, wirft der Druck des Wassers ihn heraus. Beim liegenden Versatz sind die Versatzstücke vierkantig zugerichtet und horizontal über einander gelegt, mit den Enden greifen sie in Fugen der Klausenwand ein. Bei der Oeffnung des Durchlasses werden sie mit Haken herausgezogen oder durch eingetriebene Schlagpfähle soweit gelockert, daß das Wasser sie vollends auslöst.

Das Sturzbett muß natürlich auch bei den Klausen mit besonderer Sorgfalt hergerichtet werden, vielfach legt man eine besondere Abflußrinne (Schußtenne, Fuder) an, damit das Wasser erst in einiger Entfernung von der Klause das natürliche Bachbett erreiche. Aehnliche Vorkehrungen sind beim Ueberfall anzubringen.

Führt der Bach, welcher die Klause füllt, viel Geschiebe mit sich, so muß ober-

halb seiner Einmündung in das Staubecken eine Talsperre angelegt werden, die das Geschiebe abfängt.

Floßteiche (Wooge, Schwemmteiche) sind seitlich der Triftstraße angelegte Teiche, deren Wasser durch einen Kanal der Triftstraße zugeführt werden kann.

§ 62. Abweis- und Fangvorrichtungen. Zweigen von der Triftstraße industrielle oder landwirtschaftliche Kanäle ab, teilt sich der Wasserlauf oder bildet er tote Buchten, so müssen Vorkehrungen getroffen werden, damit nicht ein Teil der Hölzer den falschen Weg nimmt. Bei seichtem Wasser genügt es, einen Streichversatz vor die Oeffnung des zu schließenden Bacharmes etc. zu legen. Derselbe besteht aus einem oder mehreren untereinander verbundenen Fichtenstämmen, die durch eine Wiede oder Kette oberhalb der Abzweigungsstelle am Ufer festgemacht werden, sich dann vor die Oeffnung legen und in dieser Lage durch Streben festgehalten werden. Ist das Wasser tiefer, so muß an Stelle des Versatzes ein Abweisrechen treten, denn jener kann nur die obenaufschwimmenden Stücke nicht auch die Senkhölzer aufhalten.

Der gewöhnliche feststehende Rechen, wie er sowohl als Abweis-, als auch als Fangmittel benutzt wird, besteht aus den Pfeilern, den darüber gelegten Streckbäumen und den an diesen befestigten Spindeln. Die Pfeiler werden am besten aus Stein erstellt, die im Wasser stehenden erhalten einen elliptischen Querschnitt (die Längsachse in der Stromrichtung), um dem Wasser möglichst wenig Druckfläche zu bieten. Die Streckbäume sind starke Balken, entweder ein einzelner, der zur Aufnahme der Spindeln durchbohrt ist, oder eine Verbindung von 2 Außenbalken mit einer Reihe kürzerer dazwischen liegender Balkenstücke, zwischen denen dann die Oeffnungen für die Spindeln ausgespart sind. Diese — auch Rechenzähne, Sperrhölzer genannt — sind starke Rundhölzer, sie stehen bald aufrecht (senkrechte Verspindelung) bald in einem Winkel von 30—60° gegen die Stromrichtung (schiefe Verspindelung). Die schiefe Verspindelung wird bei stärkeren Wasserläufen bevorzugt. Der Abstand der Spindeln richtet sich nach der Stärke des getrifteten Holzes. Vor dieselben legt man zum Schutze gegen die anschwimmenden Stücke einen Fichtenstamm, den Schwimmer.

Da die Fangrechen einem starken Drucke Widerstand leisten müssen, es häuft sich vor ihnen die ganze getriftete Holzmasse auf, ist es sehr vorteilhaft, die Anlage mit einer Stauvorrichtung zu verbinden, um die Bewegung der Hölzer zu verlangsamen, oder einen besonderen Ländungskanal anzulegen. Dieser zweigt von dem Wasserlauf ab, führt durch den Holzhof, auf welchem das Holz ausgeschlagen werden soll und mündet dann weiter unten wieder in den Triftbach. An dem Punkte, wo er den Holzhof verläßt, steht ein Schleusenwehr und davor der Fangrechen, an der oberen Abzweigungsstelle eine Schleuse, die es ermöglicht, den Wasserzufluß zu regulieren, ja den Kanal, nachdem alles Holz eingelaufen, ganz trocken zu legen. In dem Hauptwasserlauf muß schief zur Stromrichtung ein Abweisrechen gebaut werden, der die Hölzer in den Ländungskanal weist.

Es gibt eine ganze Reihe weiterer Rechenkonstruktionen, von denen hier erwähnt seien: 1. Die Bockrechen. Diese bestehen aus einer Anzahl 3 beiniger Holzböcke, die in einer oder zwei Reihen quer zur Stromrichtung so im Triftbette aufgestellt werden, daß die Füße der benachbarten Böcke übereinandergreifen. Die Böcke müssen dann noch durch Aufbringen von schweren Balken, Steinen etc. belastet werden, damit sie nicht vom Wasserdruck umgeworfen werden. Meist dienen die Bockfüße selbst als Rechenzähne, an einzelnen Orten hat man aber auch die Böcke nur als Träger der Streckbäume verwendet. 2. Die Korbrechen. Hier treten an Stelle der Pfeiler große aus Schwarten und Weidenruten geflochtene Körbe, welche in den Bach gestellt und dann mit Steinen gefüllt werden. Auf ihnen werden dann die Streckbäume befestigt.

§ 63. Der Triftbetrieb. Die Hölzer, welche getriftet werden sollen, müssen möglichst gut ausgetrocknet sein, damit sie gut schwimmen, sonst ist der Anfall an Senkholz zu erheblich. In der Regel findet die Fällung im Vorsommer statt, dann bleibt das Holz luftig gelagert über den Sommer im Schlage sitzen, wird im Winter auf der Schneebahn an die Triftstraße herangebracht und hier in Rauhbeugen aufgeschichtet. Die Enden der Sägklötze werden etwas abgerundet, um die Zersplitterung zu verhüten, das Brennholz je nach der verfügbaren Wassermenge als Rundling belassen oder aufgespalten. Die Rauhbeugen werden hart an den Rand des Triftbaches gesetzt und so aufgeschichtet, daß sie leicht in das Wasser gestürzt werden können.

Die beste Zeit zum Triften ist in der Regel das Frühjahr, auf Triftstraßen mit Klausen und anderen Bewässerungsanlagen kann aber während des Sommers und Herbstes auch getriftet werden. Zu Beginn der Triftperiode findet eine Begehung der Triftstraße statt, um deren Zustand festzustellen, kleine Hindernisse zu beseitigen, die Rechen zu prüfen und auszubessern.

Wo ohne Wasserzufuhr getriftet werden muß, erfolgt das Einwerfen an den entlegensten Orten beginnend und gegen den Bestimmungsort fortschreitend, sobald die Wassermenge groß genug ist. Bei der Benutzung von Klausen läßt man erst ein Vorwasser vorbeiströmen, und hört mit dem Einwerfen auch wieder auf, ehe die Klause ganz erschöpft ist, damit die schwereren und rauheren Stücke, die sich im Schwanze vereinigen, noch genügendes Nachwasser erhalten. Dem Zuge des dahintreibenden Holzes folgen die mit langen Floßhaken ausgerüsteten Triftknechte, um Stücke, die stranden oder sich festsetzen, loszumachen. Besonders am Kopfe der Trift müssen die aufgefahrenen Hölzer rasch wieder befreit werden, weil sonst eine allgemeine Stockung — ein Verleer — entstehen kann. An schwierigen Stellen werden von vornherein Arbeiter aufgestellt, damit sofort Hilfe gebracht werden kann.

Auf tieferen Bächen und kleinen Flüssen kann das Holz fast ganz sich überlassen bleiben, da hier die Strömung zum Transporte ausreicht. Sind Seen zu übertriften, so fängt man die Hölzer bei der Einmündung des Triftbaches mit einer aus leichten Stämmen gebildeten Schwimmkette auf, vereinigt, nachdem die ganze Holzmasse eingetroffen ist, die Enden der Kette mit einander, und führt dann die so gebildete Schere bei ruhigem Wetter über den See.

Ist die Trift beendet, das Holz an der Ländestelle ausgeschlagen, so beginnt die Nachtrift, d. h. es werden die gestrandeten und festgefahrenen Hölzer, welche nicht sofort losgemacht werden konnten, gesammelt und mit neuem Klaus- oder natürlichem Hochwasser weiter getriftet. Diejenigen Stücke aber, welche untergesunken waren (Senkholz) werden am Ufer aufgesetzt und müssen dann zu Lande weiter transportiert werden. Am Schlusse der Triftperiode findet wieder eine Besichtigung der Triftstraße statt, um die entstandenen Beschädigungen festzustellen, größere Ausbesserungen einzuleiten.

§ 64. Die Floßstraße. Wenn auch heute die Flößerei in Deutschland fast ausschließlich auf den Unterlauf und den mittleren Teil der Flüsse und Ströme beschränkt ist, so genügt doch schon eine Wassertiefe von 0,5—0,7 m, um selbst schwere Langhölzer zu verflößen. Ja die Langholzflößerei kann sogar auf Wildbächen getrieben werden, wenn nur durch Klausen und Wehre diese Wassertiefe geschaffen werden kann. Die Breite eines Floßbaches soll mindestens so groß sein, als die der vorderen Gestöre, in der zweiten Hälfte des Floßes können die äußeren Stämme sogar auf dem Ufer schleifen, wenn sie nur dort keine Beschädigungen verursachen. Dagegen darf der Bach keine engen Windungen machen, sonst werden Durchstiche erforderlich. Geschiebeansammlungen und einzelne im Bachbett liegende Felsen werden beseitigt, kleine Abstürze können mit hölzernen Gleitbahnen überdeckt

und so vom Flosse überschritten werden, größere Fälle umgeht man mittelst Kanälen.

Das wichtigste Erfordernis ist eine gute Einbindstelle. Das Ufer soll hier flach ansteigen, um das Wenden und Schleppen der einzelnen Stämme zu erleichtern, und doch soll in der Bachmitte eine Tiefe von 60 cm vorhanden oder die Möglichkeit, das Wasser auf diese Höhe zu stauen, gegeben sein. Die Einbindestelle muß ferner geräumig sein und das Ufer soll Gelegenheit zum Lagern und Sortieren der Hölzer bieten.

§ 65. Die Langholzflößerei auf kleinen Flüssen. Gestörflößerei. Zur Herstellung eines Floßes werden die Stämme partienweise zu Gestören (Boden, Gestricken) verbunden und diese wieder zum Floß vereinigt. Bezeichnet wird diese Arbeit als Binden, Einbinden oder Einspannen. Auf den kleineren Gewässern ist zumeist das Binden mit der verbohrten Wiede üblich, wobei die Stammenden durchbohrt werden, indem man zunächst von oben und von beiden Seiten her mit dem Lochbeil dreikantige Einhiebe macht und dann die Wand zwischen je zwei benachbarten Löchern mit dem Floßbohrer vollends durchbricht. Die so vorgerichteten Stämme werden dann ins Wasser gebracht und nun mit Wieden aus gebähten gedrehten Fichtenästen oder Haselruten mit einander verbunden. In ein Gestör nimmt man gleich lange und möglichst gleich starke Stämme, deren Zahl sich nach der Breite der Durchlässe an den Wehren der Floßstraße richtet. Die Gestöre werden dann untereinander ebenfalls wieder mit Wieden (Gurtwieden) verbunden. Die hinteren Stammenden des letzten Gestöres sind frei, so daß sie sich fächerartig ausbreiten können, wodurch sie bremsend zu wirken vermögen. Man nennt diese Vorrichtung den Wedel. Die vorderen Gestöre werden aus den schwächsten Stämmen angefertigt; nach hinten nimmt die Stammstärke und damit die Gestörbreite immer mehr zu. — Im Schwarzwald enthält das erste Gestör nur 4 Stämme, deren vordere Enden auf der Vorschaufel, einem zugespitzten, nach oben aufgebogenen Bohlenstücke befestigt sind. Nach hinten nimmt dann die Stammzahl allmählich zu. — Bei der Bindung mit der verbohrten Wiede hat jeder Stamm in horizontaler wie vertikaler Richtung etwas Spielraum, das ganze Gefüge ist daher ein gelenkiges und vermag sich den Unebenheiten der Floßstraße anzupassen, aber freilich verlieren die Stammenden (Floßköpfe) fast allen Wert. Für ruhige Gewässer bietet daher die Bindung mit der Zengelstange Vorteil, weil hier die Stämme nur in einer Richtung an jedem Ende zweimal durchbohrt werden müssen. Durch diese Löcher und über die zwischen ihren oberen Mündungen liegende Zengelstange wird eine Wiede straff angezogen und dann mit Holzpflöcken in dieser Lage festgehalten. Statt der Bindung mit Wieden nagelt man vielfach die Zengelstange einfach auf die Stämme. In reißenden Gebirgswässern wird die Zengelstange des besseren Haltes wegen in kleine Einschnitte auf der Stammoberseite versenkt. Diese Verbindung ist sehr solid, die kleinen Löcher können mit Holzzapfen ausgefüllt werden, beeinträchtigen daher die Verwendung des Holzes nur wenig, aber die Gestöre werden ein starres Gebilde. Die Verbindung derselben zu Flößen erfolgt auch hier durch Wieden.

Wenn Eichenholz geflößt werden soll, so muß es mit leichtem Nadelholz in ein Gestör verbaut werden, damit dieses es tragen helfe. Die Verbindung geschieht auch hier mit der Zengelstange. An Stelle des Nadelholzes verwendet man in der Moselgegend leere Fässer.

Für die Leitung der Flöße bedarf es hauptsächlich Vorrichtungen, mittelst deren der Lauf verlangsamt werden kann. Neben dem Wedel dienen hiezu angehängte Schleppäste und in wirksamster Weise Sperren, die auf einem oder mehreren der

letzten Gestöre vor dem Wedel angebracht sind. Um eine Sperre zu bilden, bindet man in der Mitte des Sperrgestöres — das übrigens nicht breiter sein darf, als die Floßstraße — 2 kürzere Stämme ein, so daß eine Oeffnung bleibt. Vor derselben und etwa $^3/_4$ m weiter hinten legt man quer über das Floß je einen Balken — die Sperrriegel — und steckt dann einen starken Stamm durch die Oeffnung zwischen beiden Sperriegeln schräg nach hinten, so daß er auf dem Boden schleift, oben aber von den Riegeln festgehalten wird. Soll die Bremswirkung aufhören, so muß der hintere Sperriegel beseitigt werden. Je länger das Floß — es gibt solche mit 70 Gestören — um so mehr Sperren müssen angebracht werden.

Das fertige Floß wird mit Seilen am Ufer verankert. In Gebirgsbächen, auf denen nur mit „gefangenen" Wassern geflößt werden kann, muß man die Hochflut, welche nach Oeffnung der Klausen daherbraust, eine halbe Stunde Vorsprung gewinnen lassen, ehe das Floß abfahren kann. Denn das Floß fährt hier rascher, als das Wasser läuft, würde also ohne Beachtung dieser Vorsichtsmaßregel das Vorwasser bald überholen und dann beim Auffahren zerschellen. Mit einem Hochwasser bringt man ein Floß 1—2 Stunden weit, dann muß wieder aus den Klausen neues Wasser zugeführt werden, und dieser Vorgang wiederholt sich, bis das Floß in tiefes, stets floßbares Gewässer eingelaufen ist.

Die Bemannung besetzt bei der Fahrt im Gebirgsbach die vorderen Gestöre und wieder die hintersten, jene um das Floß zu leiten, diese um die Sperren zu bedienen. Auf dem stets floßbaren Flusse genügt die Leitung mit Floßhaken und Schaltbäumen.

§ 66. Die Langholzflößerei auf großen Strömen (Hauptflößerei.) Auf den großen relativ langsam dahinfließenden Strömen baut man 50 m breite bis 200 m lange Flöße, indem man die Verbindung der Stämme durch Zengelstangen bewirkt. Die Leitung geschieht mit Hilfe von Rudern, in neuerer Zeit werden auf dem Rheine die Flöße auch mit Dampfern geschleppt. Diese großen Flöße dienen gleichzeitig als Transportmittel, indem Brennhölzer, Kleinnutzhölzer, Bretter und andere Waren, welche eine langsame Beförderung ertragen, als Oblast darauf geladen werden.

§ 67. Die Schnittwarenflößung. Die Flößung von Brettern, Bohlen und Laden wird in Deutschland immer seltener, weil diese Waren dabei viel an Wert verlieren. Die Anfertigung der Gestöre erfolgt dabei immer auf dem festen Land, auf Streichrippen, d. h. schräg liegenden Stämmen, über die die fertigen Gestöre sodann in das Wasser geschoben werden. Die Bindung kann geschehen: mit Riechpfaden, mit der verkeilten Zengelstange und durch Aufschalten.

Bei der Bindung mit Riechpfaden werden die (gleichlangen) Bretter zu etwa 12 Stück so auf einander gelegt, daß das unterste am einen Ende ca. 40 cm vorsteht und nun an jedem Ende mit einer Wiede gebunden. In ein Gestör nimmt man 6—8 Bünde, legt sie auf zwei Zengelstangen und läßt je das äußere Gebund nach der einen Seite ebenfalls um 40 cm hervorragen. Sodann legt man auch oben auf die Bünde 2 Zengelstangen und verbindet die obere und untere Zengelstange eines jeden Endes sowohl außen als zwischen den Gebunden mit Wieden. Die Gestöre werden nun in das Wasser gebracht und so aneinandergereiht, daß die vorspringenden Bretter und Bünde des einen Gestöres in die entsprechenden Lücken des nächsten greifen. Um nun das ganze Floß zu verbinden, legt man lange, über mehrere Bunde reichende Fichtenstangen (Riechpfade) um dasselbe herum und befestigt diese unter sich und an den oberen Zengelstangen mit Wieden.

Unter Anwendung der verkeilten Zengelstange baut man das Gestör aus Bünden, deren Bretter alle gleich liegen und läßt dabei die Wieden benachbarter Gebünde in einander greifen. So entsteht schon ein loser Zusammenhang unter den Gebünden, den man dann verstärkt, indem man oben auf das Gestör hart an die Wieden eine Zengelstange legt und nun die Wieden scharf anspannt, indem man zwischen jede Wiede und die Zengelstange einen Keil eintreibt, der diese an die Bünde anpreßt.

Bei der Aufschaltung legt man die Bünde in der Längsrichtung des Flosses, so aufeinander, daß das nächste mit seinem ersten Drittel immer auf dem vorgehenden liegt. Die Wieden umspannen daher — mit Ausnahme der ersten und letzten Reihe in einem Flosse — immer die Bretter zweier Bünde, greifen aber auch wieder wie oben in einander. Die weitere Befestigung erfolgt ebenfalls durch Zengelstange und Keil.

Der Transport von Holz auf Schiffen, besonders von façonierter Ware, hat zwar heute einen großen Umfang und eine erhebliche Bedeutung, bietet aber keine Eigenheiten, weshalb auf seine Schilderung verzichtet werden kann. Eine ausführliche auch für den Forstpolitiker sehr wertvolle Darstellung gibt Ebner, Flößerei und Schiffahrt auf Binnengewässern. Wien 1911.

XV.

Forstverwaltung.

Von

Adam Schwappach.

Literatur: Micklitz, Forstliche Haushaltungskunde oder Darstellung des Forstorganismus, 2. Aufl. Wien 1880. — Albert, Lehrbuch der Forstverwaltungskunde, München 1883. — Schwappach, Handbuch der Forstverwaltungskunde, Berlin 1884. — Schwappach, Handbuch der Forst-, Jagd- und Fischereipolitik, Leipzig 1894.

§ 1. Die Lehre von der Einrichtung und Durchführung des forstlichen Betriebes nach den Absichten des Waldbesitzers und den durch die Betriebsregelung festgestellten wirtschaftlichen Verhältnissen bildet das Gebiet der Forstverwaltungslehre, früher auch Forsthaushaltungskunde genannt; sie hat lediglich die formelle Seite der Wirtschaft ins Auge zu fassen.

In dieser Beziehung sind zwei Fragen zu erörtern, nämlich: 1) Wer hat die Aufgaben des forstlichen Betriebes durchzuführen und 2) Wie sind diese in formeller Weise zu behandeln?

Die Beantwortung der ersten Frage erfolgt in der Diensteinrichtung, jene der zweiten in der Geschäftsbehandlung.

I. Diensteinrichtung.

§ 2. Die Aufgabe der Diensteinrichtung besteht in der zweckmäßigen Organisation der menschlichen Arbeitskraft behufs einer den Verhältnissen entsprechenden Anwendung der Lehren der Forstwissenschaft auf die Waldungen. Wenn man voraussetzt, daß die Forstverwaltung einen selbständigen Wirtschaftszweig und nicht einen Bestandteil einer anderen Verwaltung darstellt, wie dieses z. B. bei den sog. Montanforsten, welche den Bergwerken und Salinen zur Nutzung überwiesen sind, der Fall ist, so wird die Organisation der Forstverwaltung wesentlich bedingt durch: 1. die Form des Eigentums (Staats-, Gemeinde-, Privat-Wald), 2. die Ausdehnung des Besitzes und 3. den Intensitätsgrad der Wirtschaft.

Da die Organisation der Forstverwaltung in steter Uebereinstimmung mit den aus der Gesamtheit der Verhältnisse hervorgegangenen wirtschaftlichen Aufgaben stehen muß, diese aber nicht nur an und für sich sehr verschieden, sondern auch für einen und denselben Waldkomplex im Lauf der Zeit fortwährendem Wechsel unterworfen sind, so kann die Lehre von der Forstdiensteinrichtung kein absolutes, unter

allen Umständen zu erstrebendes Ideal konstruieren, sondern nur ausführen, welche Form der Organisation sich unter bestimmten Verhältnissen als die zweckmäßigste empfehlen dürfte.

Schon ein ganz oberflächlicher Ueberblick über die Verwendung menschlicher Arbeitskraft im Forsthaushalt zeigt, daß diese in zwei grundsätzlich verschiedenen Formen gefordert wird, nämlich einerseits als die vorwiegend geistige Tätigkeit der Verwaltungs- und Betriebsbeamten, andererseits als die mehr rein mechanische Kraftleistung des gewöhnlichen Waldarbeiters. Diese Unterscheidung bietet sehr gute Anhaltspunkte für die Besprechung und soll deshalb fernerhin zu diesem Zweck beibehalten werden.

1. Organisation der geistigen Arbeit.

§ 3. Da nur ausnahmsweise der ganze Komplex geistiger Arbeit für den gesamten Umfang eines Waldbesitzes von dem Eigentümer selbst oder von einem einzigen Beamten geleistet werden kann, so wird mit Ausnahme der kleinsten Verhältnisse überall eine Arbeitsteilung sowohl nach der Art der Arbeit als nach der räumlichen Ausdehnung der verschiedenen Wirkungskreise notwendig. Man hat daher zu unterscheiden:

1. eine Verteilung der Arbeit nach der Geschäftsaufgabe (materielle Teilung) und
2. eine Verteilung nach der räumlichen Ausdehnung des Wirkungskreises (territoriale Teilung).

Die materielle Teilung oder die sachliche Zuständigkeit der einzelnen Arbeitskräfte wird durch die Dienstvorschriften (Geschäftsanweisung, Dienstinstruktion) vorgenommen. Durch diese wird festgestellt, welche Geschäfte den einzelnen Kategorien von Organen zugewiesen sind und nach welchen allgemeinen Gesichtspunkten die Geschäftsbehandlung zu erfolgen hat.

Die Dienstvorschriften sollen kurz und bündig, sowie nach Form und Ausdruck dem Bildungsgrade der Beamten angemessen sein und möglichst wenig technische Anweisungen enthalten. Ein Haupterfordernis für sie ist, daß der Wirkungskreis der einzelnen Organe nach seiner materiellen Seite scharf begrenzt wird, um Kompetenzkonflikte und unnötige Anfragen zu vermeiden.

Die räumliche Arbeitsteilung erfolgt durch die Feststellung und Begrenzung der Dienstbezirke der einzelnen Beamten.

Die Art und Weise, wie in einem Forsthaushalt die Verteilung der Geschäfte vorgenommen und für ihre Ausführung durch geeignete Persönlichkeiten Vorsorge getroffen ist, nennt man die Organisation der Verwaltung oder auch des Dienstes.

Die Untersuchung über eine zweckmäßige Anordnung der Arbeitsteilung durch Schaffung dauernder Stellen einerseits und über ihre Besetzung mit Personen (Organen im engeren Sinne) andererseits ergibt eine Teilung dieses Abschnittes in zwei Kapitel, von denen das erste die Dienstesstellen und das zweite die Dienstesorgane behandelt.

Da die Forstdienstorganisation aus verschiedenen im folgenden noch näher zu besprechenden Gründen enge mit der Form des Besitzes zusammenhängt, so soll ihre Betrachtung getrennt nach den drei Kategorien: Staats-, Gemeinde- und Privat-Forstverwaltung erfolgen.

A. Staatsforstverwaltung.

I. Von den Diensstesstellen.

§ 4. Die Staatsforstverwaltung ist ein Teil des allgemeinen Behördenorganismus. Die Behörden sind zur Ausübung eines begrenzten Kreises öffentlicher Geschäfte in Unterordnung unter eine vorgesetzte Stelle durch die hierfür zuständigen Organe des Staates berufen, sie üben ihre Befugnisse also nicht aus eigener Vollmacht, wie z. B. der Landesherr und die Volksvertretung. Auch jene Stellen, denen lediglich die Verwaltung staatlicher Vermögensrechte oder Anstalten übertragen ist, werden aus Zweckmäßigkeitsgründen ebenfalls als Behörden betrachtet. Aus diesem Grunde gehören auch die Organe der Staatsforstverwaltung selbst dann, wenn sie sich ausschließlich mit der Bewirtschaftung der Staatswaldungen zu beschäftigen haben, zu den Behörden.

Die Mitglieder der Behörden heißen Beamte; eine Behörde kann aus einem oder aus mehreren Beamten bestehen; im letzteren Fall ist sie entweder kollegial oder bureaumäßig organisiert. Die ersterwähnte Einrichtung liegt vor, wenn die Beschlüsse auf Grund einer Abstimmung der Mitglieder, also durch Majorität, gefaßt werden, eine Kollegialbehörde muß daher außer dem Vorstand noch mindestens 2 stimmberechtigte Mitglieder haben. Bei der bureaumäßigen Einrichtung steht die Entscheidung und damit auch die Verantwortlichkeit lediglich dem Vorstande zu, während die anderen Mitglieder nur als seine Gehilfen oder höchstens als seine Stellvertreter fungieren. Die kollegiale Verfassung eignet sich für die Behandlung solcher Angelegenheiten, welche ruhiges Abwägen und reifliche Ueberlegung erfordern, also namentlich für die Entscheidung von Rechtsfragen sowie von Beschwerden gegen Handlungen untergeordneter Behörden. Dagegen verdient die bureaumäßige Organisation den Vorzug, wenn es auf rasches und energisches Handeln ankommt, sie ist ferner da notwendig, wo eine bestimmte Person die Verantwortung für die von der Behörde ausgehenden Anordnungen zu tragen hat. Auch bei der kollegialen Einrichtung besteht meist die Einrichtung, daß nur die wichtigen Angelegenheiten durch Beschlüsse, die minderwichtigen dagegen in bureaumäßiger Weise erledigt werden. Bei den Verwaltungsbehörden herrscht in neuerer Zeit die bureaumäßige Organisation vor, die kollegiale Behandlung wird immer mehr auf die Entscheidung von Rechtsangelegenheiten und einzelne besonders wichtige Fälle beschränkt.

Bei der kollegialen Organisation sowohl als bei der bureaukratischen kann die Verteilung der Geschäfte unter die Mitglieder der Behörde räumlich oder sachlich erfolgen. Im ersten Fall (Bezirksreferate) bearbeitet der zuständige Beamte (Dezernent, Referent) alle in einem bestimmten Bezirk vorkommenden Angelegenheiten, nach Bedarf unter Mitwirkung anderer Dezernenten. Letzteres ist in der Forstverwaltung namentlich bei Bau-, Kassen- und Rechtssachen der Fall. Bei dem System der Sachreferate erstreckt sich die Tätigkeit der einzelnen Dezernenten, welche nur bestimmte Zweige, z. B. Forsteinrichtung, Holzverkauf, Personalfragen etc. bearbeiten, über den ganzen Wirkungskreis der betr. Behörde. Das System der Bezirksreferate sichert eine genauere Würdigung der gesamten örtlichen Verhältnisse, jenes der Sachreferate bietet den Vorteil einheitlicherer Entscheidung über den ganzen Wirkungskreis. Je ausgedehnter die Bezirke und je verschiedenartiger daher die Verhältnisse in ihnen sind, desto mehr empfiehlt sich die räumliche Trennung der Arbeitsgebiete. Gewisse Angelegenheiten, welche eine besondere Ausbildung oder eine einheitliche Behandlung für das ganze Gebiet

erfordern, werden dagegen stets besser von Sachreferenten bearbeitet. Man findet daher häufig beide Einrichtungen miteinander verbunden. Bei der Forstverwaltung besteht z. B. für die Geschäfte des laufenden technischen Betriebes fast durchweg die Einrichtung der Bezirksreferate, für besondere Angelegenheiten dagegen namentlich für Holzverwertung, Personalangelegenheiten, Arbeiterversicherung usw. jenes der Sachreferate.

Die Ausdehnung des Staatswaldbesitzes sowohl als auch der Umstand, daß den Beamten der Staatsforstenverwaltung meist auch die Durchführung der forstpolitischen Aufgaben des Staats hinsichtlich der übrigen Waldungen obliegt, macht in allen Staaten die Einrichtung verschiedener Gruppen von Forstdienststellen notwendig, welche nun im einzelnen näher betrachtet werden sollen.

I. Organisation nach den Geschäftsaufgaben.

§ 5. Die Aufgabe der forsttechnischen Stellen besteht in der Anordnung, Ueberwachung und Durchführung des Betriebes, sowie im Schutze der Waldungen.

§ 6. Die Direktionsstellen (der Landesforstbehörde) besorgen die oberste Leitung der gesamten Forstverwaltung innerhalb eines Staates, und zwar bezüglich der Staatsforsten nach Maßgabe des in verfassungsmäßiger Weise durch den Waldeigentümer bestimmten Wirtschaftszieles, bezüglich der übrigen Waldungen aber auf Grund der hierfür bestehenden gesetzlichen Normen.

Zu den Aufgaben der Direktionsstellen gehört besonders: Erlaß von allgemeinen Bestimmungen über die Bewirtschaftung der Staatsforsten, Genehmigung der Forsteinrichtungswerke, Aufstellung und Vertretung des Etats der Forstverwaltung, Fortbildung der Forstgesetzgebung durch Ausarbeitung von Gesetzesentwürfen, ihre Vertretung bei den gesetzgebenden Faktoren und Erlaß von Vollzugsvorschriften zu den angenommenen Gesetzen, Entwurf von Dienstesvorschriften, Organisations- und Bezirkseinteilung, Bearbeitung besonders wichtiger Verwaltungsgeschäfte, namentlich des größten Teiles der Personalangelegenheiten und der bedeutenderen Aenderungen im Besitzstand, umfassender Materialabgaben etc., ferner obliegt den Direktionsstellen die gesamte Leitung des Dienstes durch örtliche Besichtigungen, welche sich sowohl auf den technischen Betrieb als auf die Verhältnisse des Personals und die Verwaltung im allgemeinen erstrecken.

Die Forstdirektionsstellen müssen in allen wichtigeren Fällen die Genehmigung des Fachministers und unter Umständen auch jene des Staatsoberhauptes einholen. Die Bestimmung darüber, welche Gegenstände von der Direktion selbständig erledigt werden können und welche einer höheren Genehmigung bedürfen, sind in den einzelnen Staaten sehr verschieden; im allgemeinen läßt sich nur sagen, daß in den größeren Staaten die Direktionsstellen umfangreichere Zuständigkeit besitzen als in kleineren, andererseits werden dort auch viele Verwaltungsangelegenheiten von den Mittelstellen erledigt, welche hier der Entscheidung der Direktionsstellen vorbehalten sind.

§ 7. Die Organisation der Landesforstbehörden ist je nach der Ausdehnung des betr. Landes sowie der Waldfläche überhaupt und speziell des Staatswaldbesitzes eine sehr verschiedene, einen wesentlichen Einfluß übt ferner die geschichtliche Entwicklung. Da sich die Tätigkeit der Landesforstbehörde aus praktischen Gründen nicht bloß auf die Staatsforsten, sondern auch auf die Körperschaftswaldungen im weiteren Sinn, sowie auf die Privatwaldungen zu erstrecken hat (s. u. S. 600), so

erscheint es im allgemeinen zweckmäßig, wenn sie eine Abteilung eines Ministeriums der inneren Verwaltung, und zwar eines solchen der Bodenkultur, bildet. Diese Einrichtung ist aber nur in größeren Staaten durchführbar (Preußen, Oesterreich, Rußland). Ersparnisrücksichten haben in mehreren Staaten veranlaßt, die Leitung der Forstwirtschaft mit ganz andersartigen Verwaltungen zu verbinden, so in Frankreich, Italien, Bulgarien und Japan, wo Ackerbau nebst Forstwirtschaft und Handel ein Ministerium bilden. In Belgien ist die Landwirtschaft mit dem Ministerium des Innern verbunden. In Deutschland gehörte früher der heutige Staatswald zum Domanium im Sinne des älteren Staatsrechtes, dessen Verwaltung meist den obersten Finanzbehörden oblag. Infolge dieser geschichtlichen Entwicklung bildet gegenwärtig die oberste Forstbehörde hier fast durchweg einen Bestandteil des Finanzministeriums; nur in Preußen, wo ein eigenes Landwirtschaftsministerium besteht, ist sie seit 1879 eine Abteilung dieser Zentralbehörde. In jenen kleineren Staaten, wo ein besonderes Finanzministerium fehlt, ist die Forstverwaltung entweder dem Staatsministerium unmittelbar angegliedert (Koburg-Gotha, Altenburg) oder der Finanzabteilung des Ministeriums unterstellt (Sachsen-Weimar, Sachsen-Meiningen, Anhalt, beide Schwarzburg). In Baden und Braunschweig bildet die Domänenverwaltung (mit der Landesforstbehörde) eine besondere Mittelbehörde. Diese Einrichtung hat den Nachteil, daß die Entscheidung gerade der wichtigsten Fragen in den Händen von Nichtfachmännern liegt.

Bisweilen ist aus Ersparnisrücksichten und infolge der geschichtlichen Entwicklung auch die Oberleitung der Felddomänen mit jener der Forsten zu einer Bedörde verbunden, so in Baden, Hessen und Braunschweig.

§ 8. Bei der Verschiedenartigkeit der Geschäfte des Forsthaushaltes, welche in oberster Instanz ihre Regelung bei der Direktionsstelle erwarten, ist es notwendig, daß diese außer den forsttechnischen Beamten noch eine Reihe Referenten (Dezernenten) für die nicht forsttechnischen Angelegenheiten umfaßt.

Die forsttechnischen Beamten bestehen bei selbständigen Forstabteilungen aus dem Vorstand, einer Anzahl von Räten mit räumlich oder sachlich abgegrenzten Referaten, den nötigen Hilfsarbeitern und den Beamten für Kanzlei und Registratur. Wo keine eigene Forstabteilung vorhanden ist, tritt an die Stelle der Forstabteilung der forsttechnische Rat des Ministeriums mit seinen Hilfsarbeitern, das Unterpersonal für Kanzlei und Registratur ist alsdann für die ganze Behörde gemeinsam.

Als Angelegenheiten, deren Erledigung nicht von den forsttechnischen Beamten oder doch wenigstens nicht von diesen allein erfolgt, sind die Rechts-, Kassen- und Bauangelegenheiten anzuführen. Indessen wird es doch nur selten notwendig sein, daß für die Zwecke der Landesforstbehörde allein entsprechende Beamte angestellt werden, meist bearbeiten die betr. Fachreferenten die bezüglichen Fragen für verschiedene Abteilungen.

Die Landesforstbehörden sind als Bestandteil der Zentralbehörden bureaumäßig organisiert, was schon im Hinblick auf die verfassungsmäßige Verantwortlichkeit des Ministers notwendig ist. Außerdem hat auch die oberste Forstbehörde gesetzgeberische und organisatorische Fragen zu bearbeiten, welche die energische und einheitliche Durchführung gewisser leitender Grundsätze erfordern, was nur bei bureaumäßiger Behandlung geschehen kann.

Die kollegiale Behandlung bezweckt daher hier meist nur eine Begutachtung derartiger Entwürfe; der Entscheidung des Kollegiums unterliegen, jedoch stets vorbehaltlich der Genehmigung des Ministers, gewisse wichtig wirtschaftliche und per-

sönliche Angelegenheiten, die Entscheidung von Beschwerden und ähnliche Fälle. Die Vorschriften hierüber sind in den Einzelstaaten verschieden.

Die weniger wichtigen Gegenstände werden stets auf dem Bureauweg erledigt.

§ 9. Inspektionsstellen. Die Aufgabe der Kontrolle- oder Inspektionsstellen besteht in der technischen Beaufsichtigung aller Waldungen ihres Bezirkes, wobei das Maß der Einwirkung auf die Nicht-Staatswaldungen von den jeweils geltenden gesetzlichen Bestimmungen abhängt.

Für die Organisation der Inspektionsstellen bestehen sehr verschiedene Formen. Die zweckmäßigste Einrichtung der Stellen, welche die Kontrolle des Betriebes durchzuführen haben, hängt namentlich ab: von der Größe des Landes und der Ausdehnung der ihrer Aufsicht unterstehenden Waldungen, ferner von den Verkehrsmitteln und der Ausbildung der Verwaltungsbeamten, sowie von den politischen Verwaltungseinrichtungen.

§ 10. In den größeren deutschen Staaten: Preußen, Bayern und Elsaß-Lothringen, wird die Kontrolle der Forstverwaltung von Inspektionsbeamten (Regierungsforsträten) besorgt, welche den Bezirksregierungen in verschiedener Form angegliedert sind. (Preußen: Abt. für direkte Steuern, Domänen und Forsten, Neuorganisation geplant; Bayern: Regierungs-Forstkammer; Elsaß-Lothringen: Forstabteilung des Bezirkspräsidiums). Diese Einrichtung wird besonders durch die Rücksicht auf Ersparung an Personal (Justitiarius, Baubeamten), Einheitlichkeit des Kassen- und Rechnungswesens sowie der allgemeinen Landesverwaltung, ferner auf erleichterten Verkehr mit den übrigen Provinzialbehörden der inneren und Finanz-Verwaltung veranlaßt. In Oesterreich dagegen sind die Forst- und Domänendirektionen als selbständige Behörden eingerichtet, weil sie einerseits ihren fachlichen Charakter und ihre fachliche Unabhängigkeit unter allen Umständen behaupten sollen und weil andererseits die Verteilung des Staatswaldes über die einzelnen Kronländer eine ungemein verschiedene ist.

Außerhalb Deutschlands trifft man öfters die Einrichtung bureaumäßig organisierter, alleinstehender Inspektionsbehörden, so u. a. in Frankreich und Rußland.

Es kann allerdings nicht geleugnet werden, daß die alleinstehenden forstlichen Mittelstellen eine sachgemäßere Abgrenzung der Verwaltungsgebiete nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten unbeeinflußt von der politischen Bezirkseinteilung ermöglichen und eine größere Unabhängigkeit in technischen Fragen sichern. Allein die in Deutschland übliche Form bietet doch, neben der Ersparnis an Personal und der Gelegenheit zu mancher Arbeitsvereinigung noch ganz wichtige Vorteile für die allgemeine Verwaltung. Sie ist namentlich dann vorzuziehen, wenn der Staatsforstverwaltung gleichzeitig die wichtigsten Aufgaben der Forstpolizei übertragen und hierfür nicht eigene Beamte geschaffen sind, wie in Oesterreich, wo letztere dann allerdings auch mit den politischen Verwaltungsbehörden verbunden sind (vgl. unten § 26). Die fachliche Unabhängigkeit und Selbständigkeit läßt sich auch bei dem deutschen System recht gut wahren, wenn verhütet wird, daß politische Rücksichten für die Staatsforstverwaltung in unzulässiger Weise maßgebend werden.

In den größeren Staaten mit Mittelstellen für den Inspektionsdienst besteht ebenso wie in den übrigen Zweigen der Staatsverwaltung auch auf forstlichem Gebiet eine gewisse Dezentralisation, indem ihnen einzelne Arbeitsteile zur selbständigen Erledigung zugewiesen sind, welche sonst den Direktionsstellen vorbehalten bleiben (vgl. oben § 6).

Unter den genannten Voraussetzungen bestehen die Vorzüge dieses Systems in folgenden Momenten: a) Es ermöglicht eine kollegiale und damit zugleich auch

eine allseitige, sowie unparteiische Behandlung der Geschäfte. b) Der Inspektionsbeamte, welcher gleichzeitig Mitglied einer Zentralstelle ist, kann seinen Inspektionsdienst erfolgreicher durchführen, weil er die leitenden Anschauungen und verfügbaren Mittel besser kennt als ein alleinstehender Inspektionsbeamter, außerdem ist er bei der weiteren Behandlung aller Fragen auf dem Bureauweg stets als Dezernent oder Mitdezernent beteiligt. c) Sehr beträchtlich fällt die Vereinfachung des schriftlichen Verkehrs in die Wagschale, indem der Inspektionsbeamte bei dieser Einrichtung stets als Referent auch Bureaugeschäfte endgültig erledigt, während bei jenem System, nach welchem diese Beamten isoliert in ihren Bezirken wohnen, sie stets nur begutachtend oder antragstellend tätig sein können. d) Ebenso darf der Umstand, daß durch den gegenseitigen Verkehr der Beamten und die größere Mannigfaltigkeit der zu ihrer Kenntnis kommenden Fälle, ferner durch die Berührung mit Beamten anderer Verwaltungszweige der Gesichtskreis erweitert und eine gewisse Einseitigkeit ferngehalten wird, nicht gering angeschlagen werden.

Von den verschiedenen Vorwürfen, welche dieser Einrichtung gemacht werden, verdient nur folgender besondere Erwähnung: Man behauptet nämlich, daß trotz der kollegialen Geschäftsbehandlung bei etwaigen Meinungsverschiedenheiten zwischen Inspektions- und Verwaltungsbeamten letztere meist im Nachteil sein werden, weil der erstere im Kollegium für diese Fälle stets Referent oder Korreferent sei oder doch von seinen Kollegen nicht im Stich gelassen werde, da jeder von diesen leicht in ähnliche Verhältnisse kommen könne und dann ebenfalls seine Meinung durchsetzen möchte.

§ 11. In den meisten mittleren und kleineren Staaten wohnten bis vor kurzem die Inspektionsbeamten in ihren Dienstbezirken und waren der forstlichen Zentralstelle oder auch den Regierungsforstbehörden untergeben. (Lokalforstmeister).

Der größte Vorzug dieses Systems besteht in der genaueren Kenntnis der Waldungen, des Personals und der sonstigen Verhältnisse des Dienstbezirkes gegenüber den meist weiter entfernten Regierungsbeamten. Allerdings liegt aber andererseits eben infolgedessen die Gefahr nahe, daß die Lokalforstmeister diesen Umstand, sowie die häufigere Anwesenheit im Dienstbezirk, namentlich bei jüngeren und weniger energischen Wirtschaftsbeamten leicht dazu benützen können, nicht nur eine inspizierende, sondern eine die ganze Verwaltung dirigierende Tätigkeit auszuüben. Entsprechende Größe der Dienstbezirke und klare Dienstvorschriften schwächen dieses Bedenken ganz wesentlich ab, während andererseits dem Verwaltungsbeamten, besonders dem jüngeren, die leicht zu erreichende Kenntnis der Ansicht des erfahreneren Inspektionsbeamten oft sehr schätzenswert sein kann.

Das System der Lokalforstmeister ist hervorgegangen aus jenem der später zu besprechenden Wirtschaftsforstmeister, indem die Selbständigkeit der Revierverwalter vergrößert, die Mitwirkung der Wirtschaftsforstmeister beim Betrieb selbst aber beschränkt und ihre Tätigkeit im Wald im wesentlichen eine kontrollierende, auf dem Bureau aber eine begutachtende wurde. In dem Maße, als die Ausbildung der Revierverwalter sich hob und die Verkehrsmittel sich verbesserten, wurden die Lokalforstmeister überflüssig, weshalb man in der Neuzeit mehr und mehr zu ihrer Beseitigung und zu dem in § 12 zu besprechenden System übergegangen ist. Die Einrichtung der Lokalforstmeister findet sich gegenwärtig nur noch im Königreich Sachsen und Mecklenburg-Schwerin, in Braunschweig ist ihre allmähliche Beseitigung bereits eingeleitet. Sachsen und Schwerin dürften wohl in nicht allzuferner Zeit diesem Beispiele ebenfalls folgen.

§ 12. In neuester Zeit hat jenes System, bei welchem die Mitglieder der Zentralstelle selbst die Kontrolle ausüben, ungemein an Verbreitung gewonnen und dürfte bald in Deutschland überall da, wo nicht die Ausdehnung des Waldbesitzes und des Landes zu einer Dezentralisation durch Schaffung besonderer Mittelbehörden nötigt, durchgeführt werden.

Maßgebend für diese Aenderung sind namentlich die Rücksichten auf Geschäftsvereinfachung und bessere Stellung der Revierverwalter gewesen, daneben kommt auch noch die Ersparnis an Kosten in Betracht. Ermöglicht ist sie durch die moderne Entwickelung der Verkehrsmittel.

Diese Einrichtung besitzt die oben in § 10 hervorgehobenen Vorzüge der Vereinigung der Inspektionsbeamten unter sich und mit größeren Behörden.

Als Schattenseite ist das Fehlen einer höheren Instanz zu erwähnen, wodurch es unmöglich wird, Meinungsdifferenzen zwischen Verwaltungs- und Inspektionsbeamten einer unbeteiligten dritten Behörde zur Entscheidung vorlegen zu können. Die Erledigung solcher Anstände durch kollegiale Beratung beseitigt jedoch dieses Bedenken großenteils.

§ 13. Mag die Organisation der Kontrollestellen in der einen oder anderen Weise durchgeführt sein, so bleibt stets die örtliche Beaufsichtigung des Betriebs die Hauptaufgabe der betreffenden Beamten. Die in § 10 angeführten Inspektionsbehörden haben außerdem noch eine Reihe von Geschäften zu erledigen, die sonst zur Zuständigkeit der Landesforstbehörde gehören. Wenn auch die Arbeitsteilung zwischen Direktions- und Kontrollinstanz je nach den örtlichen Verhältnissen und den allgemeinen forstpolitischen Gesetzen sehr schwankt, so erstreckt sich doch im allgemeinen das Tätigkeitsgebiet der letzteren stets bezüglich der Staatswaldungen auf Leitung des Betriebs und der Materialverwertung, Prüfung und Zusammenstellung der Material- und Geldrechnungen, Leitung und örtliche Prüfung der Forsteinrichtungsarbeiten, Prüfung und Anstellung der Betriebsbeamten sowie einzelne Personalangelegenheiten des Verwaltungspersonals. Für die Körperschaftswaldungen liegen ihnen die Oberaufsicht über den Betrieb, die Prüfung der Forsteinrichtungsarbeiten, sowie je nach den gesetzlichen Bestimmungen verschiedene Personalangelegenheiten ob. Hinsichtlich der Privatwaldungen ist ihre Wirksamkeit durch die forstpolitische Gesetzgebung bestimmt.

Behufs des Vollzuges des Inspektionsdienstes wird jedem forsttechnischen Mitgliede dieser Behörden ein eigener Inspektionsbezirk zugeteilt, eine Ausnahme macht nur bisweilen der Vorstand, welcher z. B. nach der bayerischen Organisation (ebenso in den R.-B. Kassel und Marienwerder) keinen solchen hat, sondern sich nur über den jeweiligen Stand der Forstwirtschaft des ganzen Regierungsbezirkes und über die allgemeine Geschäftsbehandlung im äußeren Dienst mittels kursorischer Inspektionen stets unterrichtet halten soll.

Als der genaueste Kenner der Verhältnisse seines Bezirkes ist der betreffende Inspektionsbeamte stets Referent oder wenigstens Korreferent in allen diesen betreffenden Angelegenheiten; da aber gewisse Angelegenheiten, z. B. die Materialverwertung für einen größeren Bezirk am besten einheitlich geleitet werden, bestehen fast überall außerdem noch Sachreferate, durch welche manche Geschäfte von einzelnen Mitgliedern der Regierungsforstabteilung für den ganzen Umfang des Wirkungskreises der Behörde bearbeitet werden. Hiemit ist allerdings der Nachteil verknüpft, daß verschiedene Personen für den gleichen Bezirk verfügen und ihn bereisen, wodurch bisweilen Unzuträglichkeiten entstehen können.

Die Inspektionsbeamten müssen als solche selbständig sein und dürfen nicht

in den wichtigsten forsttechnischen Fragen lediglich als Gehilfen des Vorstandes der Forstabteilung erscheinen, was eine große Schattenseite der preußischen Einrichtung bildet, welche allerdings seit einigen Jahren auf verschiedene Weise zu mildern gesucht wird. Ihre vollständige Beseitigung wird hoffentlich die bevorstehende Verwaltungsreform bringen.

Die Erledigung aller wichtigen Fragen erfolgt bei den Mittelstellen auf Grund kollegialer Beratung, da sämtliche Momente, welche überhaupt für eine solche Einrichtung sprechen, hier gegeben sind und der bei den Direktionsstellen erhobene Einwand, daß hiedurch die gleichmäßige Durchführung großer Gesichtspunkte in wichtigen Fragen der Organisation etc. beeinträchtigt werde, bei diesen Behörden wegfällt, indem sich ihre Zuständigkeit auf solche Gegenstände überhaupt nicht erstreckt.

§ 14. Der Schwerpunkt der ganzen Organisation liegt in den eigentlichen Betriebs- oder den Verwaltungsstellen im engeren Sinn. Ihre Aufgabe besteht in der Betriebsverwaltung der ihnen unterstellten Staatswaldungen einschließlich der Verwertung der Walderzeugnisse und der Finanzverwaltung ohne Kasse, ferner sind sie fast überall auch die eigentlichen Vollzugsorgane für die meisten forstpolizeilichen Aufgaben des Staates. Zweckmäßigkeitsgründe veranlassen bisweilen, daß ihnen auch noch andere, mit der forstwirtschaftlichen Tätigkeit nicht zusammenhängende Funktionen übertragen werden, wie dieses in ganz hervorragender Weise in den östlichen Provinzen von Preußen der Fall ist, wo der Oberförster zugleich auch noch Forst-Amtsanwalt, Gutsvorsteher, Amtsvorsteher, Standesbeamter und als solcher auch Aeltester des Gemeindekirchenrates, ferner Wahlmann für den Kreistag und schließlich Mitglied des Kreistages sein kann. Daß unter einer solchen Aemterhäufung die eigentliche forstwirtschaftliche Tätigkeit des Oberförsters Not leiden muß, ist naheliegend.

Die Betriebsführung kann grundsätzlich in doppelter Weise organisiert sein. Bei der einen Form beteiligen sich an ihr zwei Beamte in der Weise, daß der höhere Beamte den Betrieb an allen wichtigen Teilen selbst leitet, einzelne wichtige Geschäfte sogar selbst ausführt oder unter seiner Aufsicht ausführen läßt, für die übrigen aber spezielle Anordnungen trifft, während der untergeordnete Beamte nur Vorschläge macht, welche der höhere nach Belieben abändern kann, und grundsätzlich auf den Vollzug seiner Anordnungen beschränkt ist. Buchführung und Rechnungslegung erfolgt durch den vorgesetzten Beamten nach den ihm gelieferten Materialien und Vorarbeiten.

Dieses System wird gewöhnlich als „Forstmeister-“ oder „Revierförstersystem“ bezeichnet, weil hier häufig der höhere der beiden Beamten den Titel „Forstmeister“ (Wirtschaftsforstmeister im Gegensatz zu dem oben in § 10—13 besprochenen Kontrollforstmeister), der niederere aber die Bezeichnung „Revierförster“ führt oder doch wenigstens früher führte.

Wenn dagegen Antragstellung, Vollzug und Rechnungslegung in allen wesentlichen Punkten in den Händen eines Beamten, des Revierverwalters, vereinigt sind, so spricht man vom „Oberförstersystem“. Die längere Zeit fast in ganz Deutschland verbreitete Bezeichnung dieser Beamten als „Oberförster“ ist zuerst von Bayern durchbrochen worden, wo jetzt alle Revierverwalter „Forstmeister“ heißen. In vielen anderen Staaten wird neuerdings dieser Titel den älteren Oberförstern meist unter gleichzeitiger Beilegung eines höheren Ranges verliehen (Preußen, Elsaß-Lothringen, Sachsen, Baden, Braunschweig, Mecklenburg-Schwerin).

Als eine besonders charakteristische Einrichtung des Revierförstersystems ist

zu bezeichnen, daß der Wirtschaftsforstmeister stets seine Tätigkeit über verschiedene Verwaltungsbezirke ausdehnt und ihm außer der Leitung der Wirtschaft auch noch andere Funktionen, z. B. Verteilung der Kredite an die Wirtschaftsbeamten, Entscheidung in gewissen geringfügigen Personalangelegenheiten übertragen ist, auf diese Weise gehört er wenigstens in manchen Beziehungen zu den Inspektionsbeamten. Andererseits muß sich bei diesem System der Revierverwalter häufig auch selbstverantwortlich an der Ausübung des Forstschutzes beteiligen.

Nur eine genaue Kenntnis der Dienstesvorschriften und tatsächlichen Verhältnisse kann entscheiden, ob in einem konkreten Fall das eine oder andere System wirklich vorliegt. Gar häufig drücken die Persönlichkeiten und die Gewohnheit selbst entgegen dem Wortlaute der Instruktion in der Praxis den Verwaltungsbeamten zum Revierförster herab.

Umgekehrt kommt es auch vor, daß bei zu großen Dienstbezirken der Revierverwalter nicht mehr in der Lage ist, bei der Durchführung des Betriebes überall so einzugreifen, wie beabsichtigt ist und sich infolgedessen auf die Anordnung und Ueberwachung des Betriebes beschränken, den eigentlichen Vollzug aber seinen Untergebenen überlassen muß. Letztere werden dadurch zu „Revierförstern" und der Revierverwalter zum „Wirtschaftsforstmeister".

Ueberhaupt ist die oben vom systematischen Standpunkt aus gegebene Definition des Revierförster- und Oberförstersystems in der Praxis keineswegs stets scharf durchzuführen und finden sich zwischen beiden mannigfache Uebergänge.

§ 15. Bei der Beurteilung beider Systeme muß der eingangs aufgestellte Gesichtspunkt, daß es in der Verwaltungslehre kein absolutes Ideal gibt, streng festgehalten werden. Es ist allerdings auf das nachdrücklichste zu betonen, daß bei jener Vorbildung der Wirtschaftsbeamten und dem Intensitätsgrad der Wirtschaft, welche gegenwärtig im weitaus größten Teil der deutschen Waldungen vertreten sind, das Oberförstersystem unbedingt den Vorzug verdient. Nur durch dieses wird eine sachgemäße wirtschaftliche Arbeitsteilung zwischen Kontrolle und Verwaltung herbeigeführt, es ermöglicht allein die Kraft und Schaffensfreudigkeit eines Mannes wirksam auszunützen, weil es ihm die volle Verantwortlichkeit für seine Tätigkeit überträgt, aber eben dadurch allein auch Befriedigung zu gewähren vermag.

Dagegen hatte das Revierförstersystem solange seine Berechtigung, als das Verwaltungspersonal seiner großen Mehrzahl nach lediglich empirisch geschult war und man ihm keine größere Selbständigkeit und Initiative einräumen durfte. Außerdem ist diese Einrichtung da auch heute noch am Platze, wo der Ertrag der Waldungen gering, die Wirtschaft extensiv und einförmig, sowie eine Besserung dieser Verhältnisse auch durch einen Uebergang zu intensiveren, größeren geistigen Arbeitsaufwand erfordernden Formen des Betriebes nicht zu erwarten ist, dieses vielmehr infolge der vermehrten Ausgaben für Verwaltung und Schutz unwirtschaftlich genannt werden müßte. Solche Zustände liegen z. B. in manchen Teilen der östlichen Provinzen von Preußen, namentlich bei den umfangreichen Oedlandsaufforstungen, vor. In einzelnen Staaten, z. B. in Anhalt, hat man beide Formen nebeneinander mit Rücksicht auf die sehr verschiedene Größe der Waldkomplexe, welche wegen ihrer zerstreuten Lage häufig ein Zusammenfassen zu e i n e m größeren Verwaltungsbezirk nicht zulassen.

Die mit Recht vielbeklagten Schattenseiten des Revierförstersystems ergeben sich hauptsächlich dann, wenn Revierförster und Wirtschaftsforstmeister die g l e i c h e Ausbildung genossen haben und ersterer weder einen seinen Kenntnissen entspre-

chenden selbständigen Wirkungskreis, noch auch einen angemessenen Rang gegenüber den übrigen Beamtenklassen erlangen kann.

Wo die Verhältnisse die Einführung des Revierförstersystems erwünscht erscheinen lassen, müssen diese Stellen entweder nur mit Beamten von geringerer technischer und allgemeiner Vorbildung besetzt werden oder man überträgt sie Anwärtern des Verwaltungsdienstes als Durchgangsposten, wie es in Bayern und Württemberg bei den Forstamtsassessoren und Forstamtmännern der Fall ist. Letztere Einrichtung bietet den Vorzug, einerseits die Beamten allmählich zur größeren Selbständigkeit zu erziehen und andererseits für die Wirtschaft stets technisch vollkommen vorgebildete Persönlichkeiten zur Verfügung zu haben. Dagegen erregt die Einrichtung, weniger geeignete Persönlichkeiten d a u e r n d in solcher Stellung zu belassen, wie es in Württemberg und Bayern geschieht, schwere Bedenken, da sie alle Nachteile des alten Revierförstersystems besitzt und mit Notwendigkeit unzufriedene Beamte schafft.

§ 16. Die moderne Entwicklung des Forstverwaltungsdienstes bringt es mit sich, daß die Revierverwaltung große Mengen von S c h r e i b-, und R e c h n u n g s-a r b e i t e n erfordert, welcher wenigstens nach ihrem mechanischen Teil dem Verwaltungsbeamten abgenommen werden müssen, wenn er nicht seinem eigentlichen Tätigkeitsgebiete, dem Walde, zu sehr entfremdet werden soll.

Zu diesem Zweck müssen dem Revierverwalter die nötigen Hilfskräfte von seiten des Staates in geeigneter Beschaffenheit kostenlos zur Verfügung gestellt werden. Ihnen ist auch die Anfertigung der Verkaufs- und Lohnlisten unter eigener Verantwortlichkeit für den rein rechnerischen Teil zu übertragen. Eine wirklich ausgiebige Hilfe und Entlastung der Revierverwalter kann nur durch Anstellung s t ä n d i g e r S e k r e t ä r e gewährt werden, da die Schreibhilfen aus der Zahl der Anwärter für den Betriebsvollzugsdienst nach kurzer Zeit wechseln, das Einarbeiten neuer Gehilfen bringt aber stets Schwierigkeiten mit sich. Noch bedenklicher ist die Einrichtung Förster und ähnliche Beamte nach Bedarf und Belieben des Revierverwalters zu den schriftlichen Arbeiten heranzuziehen, da hierunter der Außendienst gerade zur Zeit der Hauptbetriebsgeschäfte am meisten leidet. Die bloße Gewährung einer Geldsumme, mit welcher sich die Revierverwalter eine Schreibhilfe selbst beschaffen sollen, muß als unzweckmäßig bezeichnet werden, da es meist unmöglich ist, für diesen Betrag eine geeignete Kraft zu gewinnen, andererseits liegt die Versuchung nahe, die schriftlichen Geschäfte selbst zu besorgen, und nur die nach Oben gehenden Vorlagen abschreiben zu lassen, was nicht selten von den Familienangehörigen geschieht.

Zur ständigen Unterstützung sowohl bei den schriftlichen Arbeiten als bei den Dienstgeschäften im Walde werden den Revierverwaltern nach Bedarf ständige A s s i s t e n t e n aus der Zahl der Anwärter für den Verwaltungsdienst beigegeben.

Für einzelne Betriebsgeschäfte, welche nur vorübergehend eine Vermehrung der verfügbaren Arbeitskräfte erheischen, wie z. B. Vermessung und Forsteinrichtungen etc. kommen in der Revierverwaltung auch noch u n s t ä n d i g e H i l f s-a r b e i t e r zur Verwendung, in besonders umfangreichem Maß ist dieses da der Fall, wo ständige technische Assistenten fehlen.

§ 17. Zu den wichtigsten Geschäften des Forstverwaltungsdienstes gehören B e t r i e b s r e g e l u n g und W a l d s t a n d s r e v i s i o n, durch welche die Grundlagen für die ganze Wirtschaft geschaffen werden sollen. Sie erfordern einerseits genaue Kenntnis aller örtlichen Verhältnisse, welche den Betrieb beeinflussen, andererseits aber auch Vertrautheit mit den Methoden der Vermessung, Kartierung,

Massenermittlung und Zuwachsuntersuchung, sowie mit den formellen Vorschriften für die Arbeiten der Betriebsregulierung. Erstere kann nur bei den einschlägigen Verwaltungs- und Inspektions-Beamten vorausgesetzt werden, sie sind daher für die Entscheidung der hiefür in Betracht kommenden Fragen allein zuständig. Die nötige Fertigkeit in den rein taxatorischen Arbeiten dagegen liegt außerhalb des Kreises der laufenden Verwaltungsgeschäfte und kann nur durch eine längere Beschäftigung hiemit erworben werden. Wünschenswert erscheint auch eine unbefangene Prüfung der zahlenmäßigen Ergebnisse der bisherigen Wirtschaft durch hieran unbeteiligte Beamte. Endlich bringen die Forsteinrichtungsarbeiten eine bedeutende Arbeitsmehrung mit sich, die neben den laufenden Geschäften ohne besondere Hilfe nicht bewältigt werden können. Aus diesem Grunde erscheint es wünschenswert, den rein taxatorischen und den formellen Teil der Betriebsregulierungsarbeiten einem besonderen Personale zu übertragen, während die wirtschaftlichen Fragen nur von den einschlägigen Verwaltungs- und Inspektionsbeamten, nach Bedarf im Benehmen mit ersterem erledigt werden dürfen. Die Oberleitung des ganzen Geschäftes und die Genehmigung des Einrichtungswerkes ist wie bereits oben (S. 586) angegeben, Sache der Landesforstbehörde.

In verschiedenen Staaten (Sachsen, Elsaß-Lothringen, Baden und Weimar) bestehen daher für die Bearbeitung der Forsteinrichtungsgeschäfte in vorstehendem Sinne besondere Forsteinrichtungsanstalten, welche die Möglichkeit bieten, stets über ein besonders hiefür geschultes Personal verfügen zu können, und hiedurch eine rasche und gleichmäßige Durchführung der Arbeit sichern.

In größeren Staaten würden bei völliger Zentralisierung die Arbeiten zu sehr anschwellen und auch die nötige Kenntnis der örtlichen Verhältnisse fehlen, hier wäre es daher zweckmäßig, die Forsteinrichtungsarbeiten nur für einzelne oder mehrere Provinzen gemeinsam ausführen zu lassen.

Wo für das ganze Land eine Forsteinrichtungsanstalt besteht, wird diese am besten als eine selbständige, der Direktionsstelle unmittelbar untergeordnete Behörde organisiert, wie z. B. in Sachsen.

Beim Fehlen einer besonderen Forsteinrichtungsanstalt sollten aus den oben angegebenen Gründen wenigstens bestimmte Dezernenten mit einem Stabe ständiger Hilfsarbeiter die Forsteinrichtungsgeschäfte für das ganze Land oder für den Bezirk der betreffenden Mittelstelle besorgen. Ersteres ist in Württemberg, letzteres ist in Bayern der Fall.

In Preußen ist neuerdings die Bearbeitung der Forsteinrichtungsgeschäfte wieder ganz den Revierverwaltern übertragen, denen nach Bedarf Hilfsarbeiter zugeteilt werden, ein Dezernent der Landesforstbehörde sorgt für die gleichmäßige Durchführung der technischen Bestimmungen und wirkt bei Entscheidung der grundsätzlichen Fragen über Festsetzung der Umtriebszeit, Wahl der Holzarten usw. mit dem zuständigen Bezirksdezernenten zusammen.

§ 18. Dem Revierverwalter sind zur Unterstützung bei der Durchführung des Betriebes, zur unmittelbaren Beaufsichtigung der Arbeiter sowie zur Handhabung des Forst- und Jagdschutzes unter eigener Verantwortung besondere Beamte beigegeben. In früherer Zeit bildete letztere Tätigkeit die Hauptaufgabe dieser Beamten, weshalb sie als „Schutzbeamte" bezeichnet wurden, was teilweise auch heute noch üblich ist.

Es war ihnen aber keineswegs das ganze Gebiet des Forstschutzes (im wissenschaftlichen Sinne) übertragen, sondern nur die Abhaltung der Eingriffe vonseiten der Menschen in das Waldeigentum, sowie die Feststellung und Anzeige wirklich erfolgter Eigentumsverletzungen, Gesetzwidrigkeiten und sonstiger Schäden.

Im Laufe der Zeit hat aber die Zahl der Forstdiebstähle in den meisten Gegenden sehr erheblich abgenommen, während andererseits die Beteiligung dieser Beamten an den Betriebsgeschäften mit der zunehmenden Intensität der Wirtschaft immer mehr steigt. Aus diesem Grunde entspricht die Bezeichnung ,,Schutzbeamte" nicht mehr dem Hauptteile ihrer dienstlichen Wirksamkeit und erscheint der in Bayern übliche Name ,,Betriebsvollzugsbeamte" als zutreffender, lediglich der Kürze wegen empfiehlt sich jedoch mehr der Sammeltitel: Betriebsbeamte. Das Maß der Beteiligung dieser Beamtenklasse am Betriebe ist je nach den Verhältnissen selbst in Deutschland ein sehr verschiedenes.

Mindestens wird aber in dieser Richtung überall von ihnen verlangt: die unmittelbare Beaufsichtigung der Waldarbeiter, die Aufstellung der Lohnlisten für die in ihrem Bezirke beschäftigten Arbeiter, die Abmessung und erstmalige Verbuchung des fertiggestellten Materials und die Ueberweisung der Walderzeugnisse an die Empfänger, ferner gewöhnlich auch noch die Auszeichnung von Durchforstungs- und Reinigungshieben nach vorausgegangenen Probeauszeichnungen.

Der Betriebsbeamte muß jedenfalls soviel technisches Verständnis besitzen, um beurteilen zu können, ob die vom Wirtschafter gegebenen Anordnungen auf alle Verhältnisse, welche sich bei der Ausführung ergeben, passen oder ob besondere Anordnungen einzuholen sind.

Je größer der Umfang der Verwaltungsbezirke und je extensiver die Wirtschaft ist, desto selbständiger und verantwortlicher wird die Stellung der Betriebsvollzugsbeamten, die sich bisweilen sehr jener des früheren Revierförsters (S. 591) nähert. Die bessere Vorbildung dieser Beamten und die fortwährend steigenden Ausgaben für die Besoldung aller Beamten veranlassen in neuester Zeit in einem höheren Maße die Leistungsfähigkeit der Betriebsvollzugsbeamten unter Vergrößerung der Verwaltungsbezirke soweit auszunützen, als es ohne Schädigung der Intensität der Wirtschaft zulässig erscheint.

§ 19. Wenn an die Betriebsbeamten einigermaßen weitgehende Anforderungen hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Tätigkeit gestellt werden, so empfiehlt sich die Verwendung von Personen, die besonders für diesen Beruf geschult sind (Förstersystem). Es liefert die tüchtigsten, aber auch die teuersten Beamten. Die Anwärter für Försterstellen werden häufig und mit Erfolg als Schreibgehilfen des Revierverwalters verwendet (Preußen, Bayern), aus ihnen gehen sachgemäß die ständigen Sekretäre der Verwaltungs- und Inspektionsstellen hervor.

Billiger als das Förstersystem ist die Anstellung solcher Leute, welche zwar keine besondere forsttechnische Vorbildung genossen haben, aber infolge ihrer früheren Tätigkeit mit den forstlichen Verhältnissen und den Geschäften, die sie zu überwachen haben bereits vertraut sind, also von geeigneten Waldarbeitern. Hiedurch ergeben sich auch erhebliche Vorteile für die Heranziehung eines guten Waldarbeiterstandes. Weniger empfehlenswert ist die Verwendung solcher Personen, die vor ihrer Anstellung gar keine Kenntnisse von den forstlichen Verhältnissen erworben hatten.

Je nach der genossenen Schulbildung, der Intelligenz und den sonstigen Kenntnissen finden sich bei dieser Einrichtung, welche man als Forstwartsystem bezeichnen kann, sehr erhebliche Unterschiede in der Brauchbarkeit und den Leistungen der Beamten. Sie schwanken von den einfachen ,,Hegern" oder ,,Waldaufsehern", wie wir sie namentlich außerhalb Deutschlands finden, bis zu tüchtigen Forstwarten, die sich allmählich durch die Erfahrung soviel Kenntnisse erworben haben, daß sie den ,,Förstern" ziemlich nahe stehen.

In Deutschland gewinnt das Förstersystem infolge des höheren Intensitätsgrades der Wirtschaft immer mehr an Verbreitung, es bahnen nunmehr auch die meisten Staaten, in denen das Forstwartsystem noch besteht, durch Einrichtungen für die forstliche Ausbildung der bereits im Dienste befindlichen Beamten (s. u. Unterricht) den Uebergang zu ersterem an.

Das reine Forstwartsystem ist nur bei kleinen Verwaltungsbezirken empfehlenswert, wo der Revierverwalter oder dessen technische Nebenbeamte in der Lage sind, den Betrieb nach allen Richtungen zu leiten und sämtliche Geschäfte selbst völlig eingehend zu überwachen. Ebenso erscheint eine solche Einrichtung auch bei extensiver Wirtschaft zulässig und mit Rücksicht auf die geringen Erträge hier auch öfters geboten.

Unter gewissen Voraussetzungen, namentlich bei weitab vom Hauptkomplex gelegenen kleinen Parzellen kann es angezeigt sein, den Schutz und den Vollzug der geringen Betriebsgeschäfte solchen Personen zu übertragen, die diese Tätigkeit neben ihrem Hauptberufe ausüben. Man wird hiezu hauptsächlich solche Leute wählen, die entweder durch ihren Beruf (Landwirtschaft) oder durch frühere Waldarbeit den forstlichen Verhältnissen näher stehen.

Da alle Klassen der Betriebsbeamten je nach den Verhältnissen gute Dienste leisten können und diese häufig noch innerhalb desselben Staates wechseln, so findet man meist mehrere Formen nebeneinander.

Zu erwähnen ist namentlich die im Auslande (Rußland, Frankreich usw.) häufig vorkommende Verbindung der Verwendung von besser ausgebildeten Förstern mit einfachen Waldaufsehern (brigadiers und gardes), die neuerdings aus Ersparnisrücksichten auch in Deutschland empfohlen und erwogen wird.

§ 20. Die Verwaltung der forstlichen Kassengeschäfte, d. h. die Auszahlung und Vereinnahmung des Geldes, sowie die entsprechende rein finanztechnische Rechnungslegung ist in Deutschland allenthalben von der Forstverwaltung scharf getrennt, und stets besonderen Beamten übertragen. Den Forstbeamten ist es bei strenger Strafe unbedingt verboten, Gelder, die für Holz etc. an die Staatskasse einzuzahlen sind, zur Beförderung an die Kasse zu übernehmen, ebensowenig dürfen sie sich auch der Regel nach mit der Auszahlung von Geldern, namentlich von Löhnen befassen, eine Ausnahme machen nur Portoauslagen und einzelne Botenlöhne. In Rußland ist dagegen die Revierverwaltung noch regelmäßig mit der Kassenverwaltung vereinigt, auch in Oesterreich und Ungarn können wenigstens die Forstverwalter nach Bedarf bis zu einem gewissen Grade zur Besorgung der Kassengeschäfte mit herangezogen werden.

In Deutschland werden die Geldgeschäfte der Forstverwaltung entweder von den allgemeinen staatlichen Kassenämtern oder von eigens angestellten Forstkassenbeamten besorgt. Das erstere System ist mehr in Süd- und Westdeutschland verbreitet und besitzt den Vorzug, daß das Publikum bei Gelegenheit der Zahlung von Steuern oder wenn es sonst zu den Staatskassen muß, auch die Zahlungen und Forderungen, welche sich auf den Forstbetrieb beziehen, erledigen kann. Als Nachteile werden angeführt, daß durch diese Geschäftsvermehrung oft die Bildung neuer Kassen mit hoch besoldeten Vorständen notwendig, sowie daß die gehoffte Erleichterung für das Publikum durch Bezeichnung verschiedener Amtstage für die einzelnen Geschäfte illusorisch gemacht wird.

Bei eigenen Forstkassen, welche sich hauptsächlich in Norddeutschland finden, ist der Verkehr zwischen Forstverwaltung und Kasse erleichtert und auch die aus

verschiedenen Gründen erwünschte Anwesenheit des Forstkassenbeamten bei der Verwertung der Walderzeugnisse ermöglicht.

Indessen ergibt sich hier die Schattenseite, daß wenn nicht große zusammenhängende Waldkomplexe vorhanden sind, eigene Forstkassenbeamte nur für einen sehr ausgedehnten Bezirk aufgestellt werden können, was für das Publikum sehr unbequem ist, wenn nicht nochmals Untererheber verwendet werden.

Man überträgt mit Rücksicht hierauf die Forstkassengeschäfte öfters solchen Beamten, welche überhaupt im Kassen- und Rechnungswesen bereits angestellt sind und deshalb von der Forstverwaltung nicht voll besoldet werden müssen, als Nebenamt. So ist die Einrichtung z. B. in Elsaß-Lothringen und war sie früher auch vielfach in Preußen, doch werden hier in neuerer Zeit, namentlich um die Anwesenheit des Forstkassenbeamten bei den Holzverkäufen zu ermöglichen, immer mehr selbständige Forstrendanturen eingerichtet.

Die Forstkassenbeamten sollen im Interesse des Dienstes den Oberförstern selbständig und unabhängig gegenüberstehen, die Geldeinnahmen nach den ihnen von dem Oberförster zugehenden Erhebungslisten durchführen, die Zahlungen auf Grund der Etats und eröffneten Kredite nach den vorschriftsmäßigen Normen leisten und allein verantwortlich ihre Geldrechnungen aufstellen.

Die Leitung des Dienstes der Forstkassenstellen und namentlich auch ihre ordentlichen und außerordentlichen Prüfungen finden da, wo die allgemeinen Kassenämter die forstlichen Geldgeschäfte mitbesorgen, lediglich von der vorgesetzten Finanzstelle aus statt, auch die Revision der besondern Forstkassen ist nunmehr an die Organe der Finanzverwaltung übergegangen.

In den mittleren und oberen Instanzen bieten die forstlichen Kassengeschäfte keine Besonderheiten.

Die Forstkassen liefern ihre Ueberschüsse entweder an die Regierungshauptkassen oder direkt an die Zentralkassen ab, ebenso werden die von ihnen gelegten Rechnungen lediglich als ein Teil der Staatshaushaltungsrechnung nach den allgemeinen Vorschriften behandelt.

§ 21. Die bei der Forstverwaltung vorkommenden Baugeschäfte werden, soweit sie in das Hochbaufach einschlagen und nicht ganz einfacher Natur sind, meist in allen Instanzen von den in der Staatsverwaltung überhaupt angestellten Baubeamten mitbesorgt. Den Forstbeamten obliegt nur die Antragstellung, Prüfung und Begutachtung der Pläne vom Standpunkt der Forstverwaltung aus, Wahrung ihrer Interessen bei der Bauausführung, Prüfung der ausgeführten Bauten behufs Uebernahme, ferner die Bereitstellung der erforderlichen Mittel.

Die Ausführung kleiner, unbedeutender Bauten (Waldhäuser, Unterkunftshütten), sowie geringfügige Unterhaltungsarbeiten an allen Hochbauten werden von den Forstbeamten mit Hilfe der gewöhnlichen Bauhandwerker durchgeführt.

Die Grenzen, von welchen ab die Mitwirkung der staatlichen Techniker gefordert wird, sind in den einzelnen Verwaltungen verschieden bemessen.

Wesentlich anders als bei den Hochbauten liegen die Verhältnisse bei Anlage und Unterhaltung der forstlichen Transportanstalten. Hier kommen in erster Linie forsttechnische Rücksichten bei der Projektierung in Betracht, während die Bauausführung meist ziemlich einfach ist.

Mit Ausnahme von Württemberg, wo bei der Forstdirektion ein eigenes bautechnisches Bureau besteht, werden diese Arbeiten daher überall von den Forstverwaltungsbeamten selbst geleitet, nur bei größeren Kunstbauten, namentlich bei Brücken, ist die Zuziehung eines Ingenieurs erwünscht und können für diese Fälle

die Techniker, welche für das Ingenieurfach in anderen Zweigen der Staatsverwaltung angestellt sind, sachgemäße Hilfe leisten. Die oft sehr großartigen Wasserbauten, welche zum Zweck des Holztransports in den höheren Gebirgslagen notwendig sind, werden fast ausnahmslos unter Leitung des Forstbeamten durch die in solchen Oertlichkeiten allerdings meist höchst gewandten Arbeiter ganz zweckentsprechend durchgeführt.

Das gleiche gilt bei den sog. Meliorationsbauten, wie Bewässerungen und Entwässerungen, Verbauung von Wildbächen, Wiesenanlagen etc. welche ebenfalls meist vom Forstpersonal geleitet werden. Nur bei umfangreichen Arbeiten dieser Art ist die Mitwirkung von Technikern und Kulturingenieuren nötig, soweit die Forstverwaltung sich nicht ein eigenes Personal hiefür ausbildet (Forsttechnische Abteilung für Wildbachverbauung in Oesterreich).

§ 22. Bei den forstlichen Rechtsgeschäften ist die Staatsforstverwaltung als Verwalterin und Vertreterin eines Teiles des Staatsvermögens den allgemeinen gesetzlichen Normen, welche zur Durchführung der Justizhoheit erlassen sind, unterworfen; nur im Strafprozeß beteiligen sich die Organe der Staatsforstverwaltung bis zu einem gewissen Grad aktiv an der Rechtspflege, Besonderheiten ergeben sich bloß daraus, wie die Vertretung des oft ziemlich komplizierten Organismus geordnet ist.

Als Vertreter der Staatsforstverwaltung in Rechtsangelegenheiten erscheinen in den größeren Staaten die Bezirksregierungen, in den kleineren die Zentralstellen.

Am häufigsten kommt die Forstverwaltung in die Lage, die Mitwirkung der freiwilligen Gerichtsbarkeit in Anspruch nehmen zu müssen. Dieses ist namentlich der Fall beim Abschluß von Verträgen wegen Eigentumsübertragung (Kauf und Tausch). Die betreffenden Vertragsentwürfe werden hiebei von den rechtskundigen Mitgliedern der Zentral- oder Direktionsstellen angefertigt oder geprüft, während die Vertretung des Fiskus bei Beurkundung des Geschäftes mittels besonderer Verfügungen dem einschlägigen Verwaltungsbeamten übertragen wird.

Kleinere Rechtsgeschäfte, namentlich Holzverkaufs-, Lieferungs- und Dienstverträge, werden meist nur im Verwaltungsweg nach den bestehenden Vorschriften erledigt.

In Sachen der Verwaltungsgerichtsbarkeit kann die Staatsforstverwaltung sowohl Klägerin (z. B. bei gewissen Eigentumsstörungen) als auch Beklagte (z. B. wegen Zugehörigkeit von Forstbezirken zu Gemeindefluren) sein. Die Parteien können sich hiebei durch Bevollmächtigte vertreten lassen.

Im Zivilprozeß kann die Staatsforstverwaltung ebenfalls sowohl Klägerin als Beklagte sein. Bezüglich der Vertretung vor Gericht gelten hier die Bestimmungen der Reichszivilprozeßordnung v. 30. Jan. 1877, nach welchen die Parteien vor den Landgerichten und allen Gerichten höherer Instanz sich durch einen bei dem Prozeßgericht zugelassenen Rechtsanwalt vertreten lassen müssen. Dieser erhält hier ebenso wie bei den Verwaltungsrechtsstreitigkeiten von den juristischen Mitgliedern jener Behörde, welcher im betr. Fall die Vertretung des Fiskus obliegt, die nötigen Angaben und Anweisungen. Die forsttechnischen Organe haben dem Rechtsanwalte nach Bedarf die erforderlichen Aufschlüsse, Gutachten etc. zu erteilen.

Im Strafprozeß kann die Staatsforstverwaltung als juristische Person niemals Angeklagte sein, dagegen ruft sie die Hilfe des Gerichtes an entweder wegen einer Verletzung ihrer eigenen Rechtssphäre oder in Ausübung der Aufsicht über die Nichtstaatswaldungen als Anzeigerin einer in diesen begangenen Gesetzesverletzung.

Bei den einfacheren Vergehen haben die Organe der Staatsforstverwaltung meist die Geschäfte des Amtsanwaltes im Prozeßverfahren zu versehen, da die Mitwirkung eines Sachverständigen in derartigen Fällen doch zweckmäßig ist und auf diese Weise die Strafrechtspflege rasch und einfach gefördert wird. Soweit es erforderlich erscheint, werden die Staatsforstbeamten im Strafprozeß von den Gerichten auch noch besonders zur Abgabe von Gutachten aufgefordert.

§ 23. Zur Forstwirtschaft eines Landes tritt der Staat in doppelter Richtung in Beziehung, einerseits als Eigentümer einer gewissen Waldfläche, andrerseits als Inhaber von Hoheitsrechten, nämlich der Verwaltungs- und der Polizei-Hoheit, welche sich auf alle Waldungen ohne Ausnahme erstrecken.

Beide Hoheitsrechte kann der Staat in doppelter Weise ausüben, nämlich

a) durch die Verwaltung, d. h. durch Schutz und Förderung, ohne in eine ihm fremde Rechtssphäre einzugreifen. Dieses geschieht durch den Erwerb und die Art der Bewirtschaftung von Waldungen, sowie durch freie Einwirkung auf die Privatwaldwirtschaft, z. B. Gründung von Lehranstalten, Abgabe von Pflanzen aus dem Staatswald etc.

b) Durch die Polizei oder die staatliche Zwangsgewalt in der inneren Verwaltung, wenn zur Durchführung bestimmter staatlicher Zwecke Einschränkungen der Privatrechtssphäre notwendig und zugelassen sind. Letzteres gilt für alle Zwangsmaßregeln, welche sich auf die Waldwirtschaft beziehen, z. B. Ablösung von Forstservituten, Beaufsichtigung der Gemeinde- und Privatforstwirtschaft, Verbot der Rodung und des Kahlabtriebes etc.

§ 24. An der Durchführung der forstpolitischen Aufgaben des Staates sind die Beamten der Staatsforstverwaltung in doppelter Weise beteiligt, nämlich einerseits durch Wahrung der volkswirtschaftlichen Interessen bei Verwaltung der Staatsforsten und andererseits als technische Räte und unter Umständen auch als Vollzugsbehörden der inneren Verwaltung, soweit hiefür nicht besondere Organe vorhanden sind wie z. B. in Oesterreich.

Wenn von den forstpolitischen Erwägungen bei der Verwaltung der Staatsforsten abgesehen wird, so sind für die Durchführung der Verwaltungs- und Polizeihoheit des Staates in erster Linie die Behörden der inneren Verwaltung, also in der Zentralinstanz des Ministeriums des Innern und wo ein solches besteht, auch jenes der Bodenkultur teils allein, teils gemeinsam mit ersterem berufen, das gleiche gilt für die diesen Ministerien unterstehenden Abteilungen der Bezirksregierungen und die entsprechenden äußeren Verwaltungsbehörden.

Der forstliche Unterricht gehört bald ganz dem Ressort der Staatsforstverwaltung, bald üben diese und das Unterrichtsministerium einen je nach den Verhältnissen verschieden bemessenen Einfluß hierauf.

Bezüglich der Verkehrspolitik kommen auch die Eisenbahnministerien und Zollbehörden in Betracht.

Vom theoretischen Standpunkt aus müßte gefordert werden, daß die Forstpolitik, namentlich aber die Durchführung der Forstpolizei in allen Instanzen von der Verwaltung der Staatsforsten getrennt ist, da der Staat durch seine Forstwirtschaft ebensogut fremde Interessen verletzen kann (z. B. durch unvorsichtige Kahlhiebe), wie jeder andere Waldbesitzer. Mit Rücksichten auf den hiedurch entstehenden erheblichen Kostenaufwand ist eine derartige Einrichtung nur da ganz oder teilweise durchgeführt, wo der Staatswaldbesitz an Umfang gegenüber dem Gemeinde- und Privatwaldbesitz sehr erheblich zurücktritt, am vollständigsten ist diese Trennung in Oesterreich verwirklicht. Sonst sind meist die Beamten der Staatsforst-

verwaltung auch gleichzeitig an der Durchführung der forstpolitischen Aufgaben beteiligt.

Diese Vereinigung erscheint abgesehen von dem Vorzug der Billigkeit, um so mehr zulässig, als für die notwendig werdenden Eingriffe in fremde Rechtssphären doch die Forstbeamten nie allein zuständig sind, sondern stets die Mitwirkung der Beamten der inneren Verwaltung oder jene von Spezialgerichten und unter Umständen auch der ordentlichen Gerichte in Anspruch nehmen müssen. Andrerseits dürfte aber auch die Aufsicht, welche von Forstbeamten der inneren Verwaltung über die Bewirtschaftung der Staatsforsten ausgeübt werden würde, von keinem großen praktischen Wert sein.

In der Ministerialinstanz sind die Organe der Landesforstbehörde fast allenthalben wenigstens durch Abgaben technischer Gutachten bei der Handhabung der Forstpolizei tätig, wenn auch die Entscheidung bei anderen Behörden liegt, vielfach haben erstere nicht nur eine begutachtende Stellung, sondern auch eine entscheidende Stimme. In Bayern bildet die Ministerialforstabteilung des Finanzministeriums für Fragen der Forst- und Jagdpolizei sowie der Bewirtschaftung der Gemeinde- und Körperschaftswaldungen das technische Organ des Ministeriums des Innern. In Preußen gehört die Verwaltung der Staatsforsten zum Geschäftskreise der 3. Abteilung des Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten, die 1. Abt. (landwirtschaftl. Abt.) bearbeitet unter Mitwirkung der 3. Abt. die Forst- und Jagdpolizeisachen im weiteren Sinne. Dem gemeinschaftlichen Ressort des Ministers für Landwirtschaft und des Innern unterliegen alle Forst- und Jagdsachen, bei denen die Vermögensverwaltung der Gemeinden, Anstellung der Gemeindeforstbeamten und allgemeine landespolizeiliche Interessen in Frage kommen.

Im österreichischen Ackerbauministerium ist dagegen die Forstpolizei von der Verwaltung der Staatsforsten vollkommen getrennt, beide gehören verschiedenen Sektionen mit besonders forsttechnischen Räten an. Ausschließlich für die Zwecke der Forstpolitik wirkt das eidgenössische Oberforstinspektorat in der Schweiz, da die Eidgenossenschaft als solche überhaupt keinen Wald besitzt.

In den mittleren Instanzen ist in Deutschland, da wo besondere Mittelstellen für die Forstverwaltung vorhanden sind, die Trennung der Forstpolizei von der Staatsforstverwaltung in der Weise durchgeführt, daß beide zu verschiedenen Regierungsabteilungen gehören. Die forsttechnischen Räte der Staatsforstverwaltung fungieren jedoch auch als Dezernenten und Inspektionsbeamte für Gemeinde- und Privatwaldangelegenheiten, allerdings im Auftrag einer besondern, für letztere zuständigen Regierungsabteilung oder des Präsidenten. Wo die Verbindung der forstlichen Mittelstellen mit jener der allgemeinen Landesverwaltung nicht besteht, wie z. B. in Frankreich, verfügen letztere auf Antrag oder nach Anhörung der Organe der Staatsforstverwaltung.

In Oesterreich leiten die Forst- und Domänendirektionen lediglich den Betrieb der Staatsforsten, während für die Durchführung der forstpolitischen Aufgabe ein besonders forsttechnisches Personal der politischen Verwaltung besteht. Den politischen Landesstellen (Statthaltereien) sind deshalb Landesforstinspektoren (Oberforsträte, Forsträte und Oberforstkommissäre) zugewiesen. Ungarn ist zum Zweck der Handhabung die Forstpolizei entsprechend den Waldflächen in Bezirke geteilt, an deren Spitze Forstinspektoren mit dem nötigen Hilfspersonal stehen.

Die örtliche Handhabung und der Vollzug der forstpolitischen

Maßnahmen ist sehr verschieden geregelt. Die Organisation der Staats- und Gemeindeforstbehörden braucht an dieser Stelle nicht mehr erörtert zu werden. Nach deutscher Auffassung ist die Durchführung der Forstpolitik und zwar sowohl die Wirtschaftspflege als auch der Forstpolizei im engeren Sinne im wesentlichen eine Aufgabe der für die Verwaltung der Staatsforsten berufenen Beamten, die hiefür mit den Beamten der inneren Verwaltung, mit Spezialgerichten und ordentlichen Gerichten zusammenwirken.

Schwierigkeiten ergeben sich nur dadurch, daß die Arbeitskraft dieser Beamten meist schon durch die Verwaltung der Staatsforsten so in Anspruch genommen ist, daß ihnen für die forstpolitischen Aufgaben nur mehr wenig Zeit bleibt, außerdem wenden sie auch ersterer naturgemäß ihr Hauptinteresse zu. In Bayern bestehen daher lediglich für die Zwecke der Forstpolitik Forstämter teils ohne teils mit nur sehr geringer Staatswaldfläche.

In Deutschland, wo die Staatswaldungen, die unter mehr oder weniger weitgehender Staatsaufsicht stehenden Gemeindewaldungen und der große, meist gut bewirtschaftete Privatwaldbesitz zusammen etwa 80 % der gesamten Waldfläche umfassen, sind hieraus keine üblen Folgen für die Landeskultur zu befürchten. Anders liegen die Verhältnisse da, wo der Staatswaldbesitz zurücktritt und auch die Gemeindeforstverwaltung eine weitgehende Selbständigkeit genießt. Hier kann die Aufstellung besonderer Organe für die Forstpolizei notwendig werden. So bestehen in Oesterreich seit 1869 die Forstbehörden der politischen Verwaltung (VO. v. 1. XI. 95), die ihren Sitz teils bei Bezirkshauptmannschaften teils am Sitz der Statthaltereien unter Leitung der dort tätigen Forstinspektoren haben.

Zu den besondern forstpolitischen Behörden ist auch die in Oesterreich bestehende Abteilung für Wildbachverbauung mit 5 Sektionen zu rechnen.

Außerdem bestehen in einzelnen Staaten noch weitere Behörden für den Vollzug der forstpolitischen Aufgaben so z. B. in Rußland die Forstschutzkomitees zur Durchführung des Forstschutzgesetzes mit Forstrevisoren, in Italien die Komitees zur Ausscheidung der Schutzwaldungen, in Spanien die Kulturaufseher zur Ausführung von Aufforstungsarbeiten usw.

§ 25. Außer der Forstpolizei ist auch die allgemeine Landespolizei in den Waldungen zu handhaben, z. B. Gestattung von Niederlassungen, Aufsicht über die, die Waldungen durchziehenden öffentlichen Straßen, Sicherheitspolizei etc. Hiefür sind die politischen Verwaltungsbehörden und deren Hilfsorgane jedoch, abgesehen von der Sicherheitspolizei, gewöhnlich nur im Einvernehmen mit den Forstbehörden tätig; ausnahmsweise z. B. in den östlichen Provinzen von Preußen und in Sachsen werden solche polizeiliche Funktionen auch direkt den Oberförstern übertragen (vgl. oben S. 591).

II. Organisation nach der räumlichen Ausdehnung der Dienstbezirke.

§ 26. Der Wirkungskreis der einzelnen Behörden muß nicht nur sachlich, sondern auch räumlich durch Zuweisung eines bestimmten Wirkungskreises abgegrenzt werden; letzteres geschieht durch die Bezirkseinteilung.

Die Tätigkeit der Staatsforstbehörden ist, wie früher bereits erörtert wurde, mit der rein forsttechnischen Bewirtschaftung der Staatswaldungen noch keineswegs erschöpft, sondern sowohl die Abgabe der Forstprodukte als auch namentlich die Ausübung der Forstpolizei bringen es mit sich, daß ihr Wirkungskreis auch Nichtstaatswaldungen und sogar forstlich nicht benutztes Gelände umfaßt, außerdem bestehen häufig zwischen einzelnen Walddistrikten und den Bewohnern der umliegenden

Ortschaften verschiedenartige Beziehungen, welche teils durch Recht teils durch Herkommen begründet sind.

Bei der Bildung der Dienstbezirke hat man daher meist zu unterscheiden zwischen der Grenze des einem bestimmten Beamten oder einer Behörde zugewiesenen Staatswaldbezirkes und ihrer politischen Grenze. Für erstere entscheiden technische Gründe, die politischen Grenzen sollen zur Vereinfachung des Geschäftsganges in allgemeinen Verwaltungsangelegenheiten möglichst mit der politischen Bezirkseinteilung des Landes übereinstimmen.

Wie die Geschäftsanweisungen den Wirkungskreis sachlich so klar scheiden sollen, daß Kompetenzkonflikte möglichst ausgeschlossen sind, so soll aus dem gleichen Grunde auch ein Uebergreifen oder gar Ineinanderliegen der Dienstbezirke von Behörden gleicher Art bei der Bezirkseinteilung vermieden werden.

Mit Rücksicht auf die wirtschaftlich gebotene Sparsamkeit ist die Arbeitsaufgabe der einzelnen Beamten sachlich und räumlich so zu bemessen, daß sie die durchschnittliche Arbeitskraft eines Mannes voll beansprucht. Die im Interesse des Dienstes wünschenswerten und zulässigen Abweichungen hiervon nach oben sowohl als nach unten ergeben sich durch die örtlichen Verhältnisse von selbst.

Eine nur zeitweise Arbeitsmehrung kann entweder durch vorübergehend erhöhte Leistung des Beamten oder durch Beigabe von Geschäftshilfen überwunden werden, bedingt aber noch nicht die Bildung neuer Bezirke.

§ 27. Am einfachsten gestaltet sich die Abgrenzung der Dienstbezirke bei den Direktionsstellen, da sich ihr Wirkungskreis über das ganze Land erstreckt. Seine Ausdehnung sowie die Größe der Waldfläche äußern ihren Einfluß nur auf die Zahl der zu beschäftigenden Beamten, sowie bei der Organisation der Kontrollstellen. Der Sitz der Direktionsstelle muß sich naturgemäß am gleichen Ort wie jener der übrigen obersten Staatsbehörden befinden.

§ 28. Die Bezirksbildung bei den Kontrollstellen hängt wesentlich von deren Organisation ab. Wo Mitteldirektionsstellen bestehen und diese mit den übrigen Provinzialbehörden der politischen oder Finanzverwaltung vereinigt sind, fällt die Grenze ihres Wirkungskreises gewöhnlich mit jener der Provinzen, Regierungsbezirke etc. zusammen, aber auch da, wo die forstlichen Mittelstellen selbständig organisiert sind, sucht man ihre Grenzen mit jenen größerer politischer Einheiten in Uebereinstimmung zu bringen.

So umfaßt z. B. in Oesterreich die 1. Domänendirektion: Niederösterreich, Steiermark und Böhmen, die 2. Salzkammergut und Oberösterreich, die 5. Kärnthen, Krain, Küstenland und Dalmatien, die 6. Galizien und Lodomirien.

Die Ausdehnung der Bezirke äußert im ersten Fall ebenso wie bei den Zentralstellen nur ihre Wirkung auf die Zahl der verwendeten Beamten, wobei man mit Rücksicht auf ihre Hauptaufgabe, den Inspektionsdienst, die einzelnen Inspektionsbezirke nicht größer macht, als daß der betr. Beamte neben Erledigung seiner Bureaugeschäfte jährlich noch mehrmals (in Preußen und Elsaß-Lothringen mindestens dreimal) jedes Revier seines Bezirkes bereisen kann.

Der Sitz der mit den übrigen Provinzialbehörden vereinigten Mitteldirektionsstellen ist durch erstere bestimmt.

Bei der Bildung der Dienstbezirke für selbständige forstliche Mittelstellen kommt namentlich die Ausdehnung und Zusammenlage der betr. Waldungen sowie der leichtere oder schwerere Verkehr mit ihnen in Betracht. Ebenso sind für die Wahl ihres Sitzes die günstige Lage zum Hauptkomplex dieser Waldungen, sowie gute Eisenbahn- und Straßenverbindungen maßgebend.

Die Lokalforstmeister haben meist bedeutend kleinere Dienstbezirke, als bei den zentralisierten Mittelstellen auf je einen Inspektionsbeamten treffen, weil ihre häufigere Anwesenheit im Wald gewünscht wird. Diese Beamten wohnen zweckmäßig im größten Orte ihres Bezirkes, da dieser nicht nur zugleich den Vorzug des leichteren Verkehrs mit den übrigen Behörden bietet sondern auch in den meisten Fällen die günstigsten Verkehrsgelegenheiten nach allen Richtungen gewährt.

Mag das eine oder das andere System vorliegen, so hängt die relative Größe der Dienstbezirke wieder ab von a) der Intensität des Betriebes, b) der Zusammenlage der Waldungen, c) dem Maß der Selbständigkeit, welches den Wirtschaftsbeamten eingeräumt ist, und d) der Terrainbeschaffenheit sowie den Verkehrsmitteln. In letzterer Beziehung ist jedoch sowohl hier als auch bei den Bezirken der übrigen Organe zu berücksichtigen, daß das schwierigste Gelände im Hochgebirg wieder mit extensiver Wirtschaft zusammentrifft und deshalb eine größere Ausdehnung zuläßt.

Extensive Wirtschaft in großen, ebenen Waldungen bei vollständigem Oberförstersystem gestattet die größten Inspektionsbezirke, die umgekehrten Verhältnisse verlangen eine entsprechende Verkleinerung.

Die durchschnittliche Größe der Inspektionsbezirke beträgt in Deutschland bei dem System der zentralisierten Inspektionsbeamten etwa 25 000 ha, bei jenem der lokalen Inspektionsbeamten dagegen nur etwa die Hälfte und ist um so geringer, je mehr sich die Einrichtung dem Revierförstersysteme nähert.

§ 29. Aehnlich liegen die Verhältnisse bezüglich der Ausdehnung der Dienstbezirke bei den eigentlichen Verwaltungsstellen. Auch hier sind in erster Linie Wirtschaftsintensität, Geländeverhältnisse und Zusammenlage der Waldungen von Einfluß. Außerdem kommen hier aber noch folgende Momente in Betracht: a) Besteht Oberförster- oder Revierförstersystem? Ersteres hat die größten, letzteres die kleinsten Reviere. b) Ist der Verwaltungsbezirk lediglich aus Staatswaldungen oder aus solchen und Gemeindewaldungen gebildet? c) Sind dem Revierverwalter auch weitgehende forstpolitische Aufgaben hinsichtlich der Privatwaldungen überwiesen? d) Werden die Oberförster auch noch durch den Betrieb von forstlichen Nebengewerben, durch die Verwaltung von Kameraldomänen und durch politische Aemter in Anspruch genommen? e) Wie sind die Betriebsbeamten vorgebildet und in welchem Umfang wird Hilfe bei den Bureaugeschäften gewährt? f) Wie ist die Belastung des Reviers mit Berechtigungen sowie die Art und Weise der Materialverwertung? Ausgedehnte Nutzholzberechtigungen sowie meistbietende Versteigerung in kleinen Losen erschweren die Arbeit ganz ungemein und zwingen damit zu einer Verkleinerung der Bezirke.

Unter Berücksichtigung dieser verschiedenen Momente ist die Ausdehnung der Reviere so zu bemessen, daß der Wirtschaftsbeamte für den Betrieb nach allen Richtungen verantwortlich sein kann, nicht aber auf bloße Anordnung beschränkt ist und bezüglich der Richtigkeit der Ausführung von der Auffassung seiner Untergebenen abhängig wird.

Die mittlere Größe der Verwaltungsbezirke beträgt in Deutschland gegenwärtig etwa 2500 ha.

Längere Zeit haben das Streben nach intensiverer Wirtschaft, Rücksichten auf die Zahl der vorhandenen Anwärter für den Verwaltungsdienst, sowie die geschichtliche Entwicklung eine immer weitergehende Verkleinerung der Bezirke veranlaßt oder eine entsprechende Vergrößerung durch Zusammenlegung zu kleinen Oberförstereien verhindert. Die Erfahrung hat aber gelehrt, daß auch nach unten eine

Grenze besteht, über welche hinaus die Arbeitsleistung des Beamten nicht mehr zunimmt und die Rentabilität durch das Wachsen der auf die Flächeneinheit entfallenden Gehälter leidet, während die Einnahmen einer entsprechenden Steigerung nicht mehr fähig sind. Es ist auch wirtschaftlich unrichtig, Geschäfte, die durch eine billigere Arbeitskraft gleichgut erledigt werden können, einem teureren Beamten zu übertragen. Die neuere Richtung führt infolge der besseren Ausbildung der Betriebsbeamten, Zuweisung leistungsfähiger Schreibhilfen und ausreichender Entschädigung für Benützung von Fahrgelegenheiten wieder zu einer Vergrößerung der Reviere. Verwaltungsbezirke unter 2000 ha müssen bei den gegenwärtigen deutschen Verhältnissen als zu klein und unwirtschaftlich bezeichnet werden. Bei sehr zersplittert liegenden Bezirken kann die Veräußerung in Betracht kommen, wenn eine anderweitige Einteilung unmöglich ist, falls nicht besondere Gründe ihre Beibehaltung rechtfertigen. 3000 ha können unter den angegebenen Voraussetzungen von einem Beamten ganz intensiv bewirtschaftet werden, unter einfachen Verhältnissen in ebener Lage kann die Größe auch bis 5000 ha und selbst darüber steigen. Da die große Mehrzahl der Verwaltungsbeamten dauernd in dieser Stellung verbleibt, so dürfen keinenfalls alle Bezirke bis zur äußersten Leistungsfähigkeit eines Mannes vergrößert werden, damit nicht durch geringere Rüstigkeit bei zunehmendem Alter oder oft im Dienst zugezogene Kränklichkeit entweder der Dienst leidet oder frühzeitige Pensionierung nötig wird, während der betr. Beamte zur Verwaltung eines kleineren oder weniger beschwerlichen Reviers noch sehr wohl befähigt wäre.

Für den Verwaltungsbeamten ist die Wahl des Wohnsitzes von einschneidender Bedeutung, weil er sowohl durch günstige Lage zum Wald die Ausübung der äußeren Berufsgeschäfte erleichtern und befördern, sowie einen bequemen Verkehr mit dem Publikum gestatten, als auch dem Beamten und seiner Familie einen nach allen Beziehungen möglichst günstigen Aufenthalt bieten soll. Früher hat man hauptsächlich nur auf den ersten Punkt Rücksicht genommen und den Wohnsitz des Oberförsters mit Vorliebe in den Wald oder doch möglichst nahe an diesen heran gelegt, in neuerer Zeit hat sich in dieser Beziehung jedoch vieles gebessert; wo es nach Lage der Verhältnisse überhaupt möglich ist, wählt man jetzt für diesen Zweck einen größeren Ort, was um so eher zulässig erscheint, als nunmehr fast überall den Oberförstern für Beschaffung von Fuhrwerk eine angemessene Vergütung gewährt wird und daher die Nähe des Waldes wenigstens nicht mehr in dem Maß ausschlaggebend ist wie früher, als dieses nur selten der Fall war.

§ 30. Die Betriebsbeamten müssen sich behufs Ueberwachung der Arbeit und zum Schutze ihres Dienstbezirkes möglichst lange im Walde aufhalten. Für die Bemessung der Größe ihrer Bezirke sind neben der Ausformung des Geländes und der Zusammenlage der Waldungen noch maßgebend: Intensität des Betriebes (Art und Weise der Holzsortierung, Höhe des Einschlages, Bestandespflege, Kulturbetrieb, Wegbauten) und Inanspruchnahme durch den Forst- und Jagdschutz, für letztere Geschäfte wird häufig eine besondere Unterstützung während der gefährlichsten Zeit gewährt. Wenn auch der Holzdiebstahl im größten Teile von Deutschland nunmehr sehr abgenommen hat, so erwachsen den Betriebs- und Schutzbeamten immer größere und schwierigere Aufgaben durch den gewaltig anschwellenden Verkehr im Walde und die hiemit verbundenen Gefährdungen (Feuer!).

Die durchschnittliche Größe der Bezirke dieser Beamtenklasse beträgt in Deutschland, vom Hochgebirge abgesehen, etwa 600 ha.

Zum Zweck der erfolgreichen Ausübung des Dienstes sowie auch im Interesse des Publikums (Ueberweisung der Walderzeugnisse) ist es wünschenswert, daß diese

Beamten in oder doch nahe bei ihren Bezirken wohnen und in der Lage sind, möglichst unbemerkt von der Bevölkerung dorthin gelangen zu können. Die Rücksichten auf die angenehmen Lebensverhältnisse und das Bedürfnis eines regeren Verkehrs treten hier verhältnismäßig zurück.

§ 31. Bei Bildung der Forstkassenbezirke ist der Grundsatz festzuhalten, daß sämtliche Einnahmen und Ausgaben einer Oberförsterei stets bei ein und derselben Kasse zu verrechnen sind, auch dann, wenn ihre einzelnen Teile der Lage nach verschiedenen Kassenbezirken angehören.

Wenn die Kassengeschäfte der Forstverwaltung den allgemeinen Kassenämtern mit überwiesen sind, so kommt für die Zuteilung der einzelnen Oberförstereien hauptsächlich die Geschäftslast und die Höhe der aus den forstlichen Geldgeschäften etwa anfallenden Tantièmen in Betracht.

Bei den selbständigen Forstkassen ist für die Bezirksbildung in erster Linie der Verkehr mit den Forstbehörden und dem Publikum maßgebend. Bei sehr großen Forstkassenbezirken, die sich über ganze Inspektionsbezirke erstrecken, wie z. B. in Sachsen, müssen entweder eigene Untereinnehmer angestellt sein, oder es ist notwendig, daß auf andere Weise (Barzahlung an den bei den Versteigerungen anwesenden Kassenbeamten, sowie durch Abhaltung von auswärtigen Amtstagen) eine Erleichterung geschaffen wird.

§ 32. Bezüglich der Bezirksbildung für Ausführung der forstlichen Bauten ist nur da etwas besonders zu bemerken, wo eigene Techniker für das forstliche Ingenieurfach angestellt sind. Diese haben ihren Sitz teils bei der Zentralstelle, teils in der Nähe jener größeren Waldkomplexe, für welche sie dauernd bestimmt sind.

Die Staatsbaubehörden haben eine sich über das ganze Land erstreckende selbständige Bezirkseinteilung, durch welche auch die Zuständigkeit für die einzelnen Forstbezirke gegeben ist.

§ 33. Das gleiche gilt für die Sprengel der Verwaltungs-, Zivil- und Kriminalgerichte, in Forstdiebstahlsangelegenheiten ist aus Zweckmäßigkeitsgründen in manchen Staaten z. B. in Bayern nicht das forum delicti commissi, sondern das forum domicilii zuständig.

Wenn für die Forstpolizei eigene, von der Staatsforstverwaltung unabhängige, forsttechnische Organe aufgestellt sind, so schließen sich deren Wirkungskreise unter Berücksichtigung der Ausdehnung des Waldes an die politische Bezirkseinteilung an. Soweit die Forstpolizei Sache der Staatsforstverwaltungsbeamten ist, wird ihr Bezirk durch die oben S. 602 angeführten politischen Grenzen bestimmt.

Die Waldungen bilden entweder eigene Gemeinden (Gutsbezirke oder sind anderen Gemeindemarkungen zugeteilt.

2. Von den Dienstesorganen.

§ 34. Die Personen, welchen die Durchführung der Aufgaben der Staatsforstverwaltung übertragen ist, gehören zu den Staatsbeamten im engeren Sinne (im Gegensatz zu Staatsbeamten im weiteren Sinne, zu denen namentlich die Ehrenbeamten der Selbstverwaltungskörperschaften zählen). Mit Rücksicht auf die zu dieser Stellung erforderliche besondere technische Vorbereitung, können die Geschäfte der Staatsforstverwaltung nur von Personen besorgt werden, welche aus dieser Tätigkeit ihren Lebensberuf machen (Berufsbeamte im Gegensatz zu den Beamten der Selbstverwaltung).

Die Staatsbeamten werden unterschieden in a) höhere Beamte, denen die

Vollmacht verliehen ist, innerhalb eines bestimmten Bereiches öffentlicher Angelegenheiten relativ selbständig zu handeln und zu erkennen, sie besitzen eine höhere wissenschaftliche, technische oder künstlerische Berufsbildung; b) mittlere Beamte mit nur geschäftlicher Vorbildung; c) Unterbeamte, welche vorwiegend zu nur mechanischer Verrichtung angestellt sind. Mittlere und Unterbeamte arbeiten nur im Dienst eines Amtes ohne eigene Kompetenz und Selbständigkeit.

Weitergehender als diese staatsrechtliche Auffassung des Beamtenverhältnisses ist jene des Reichsstrafgesetzbuches (§ 359), nach welchem alle jene Personen zu den Beamten gehören, welche im Dienst des Reiches oder im mittelbaren oder unmittelbaren Dienst eines Bundesstaates auf Lebenszeit, auf Zeit oder nur vorläufig angestellt sind, ohne Rücksicht darauf, ob sie einen Diensteid geleistet haben oder nicht. Für die Beamteneigenschaft im Sinne des § 359 des RStrGB. ist die Tatsache entscheidend, daß jemand öffentlich-rechtliche Funktionen auf Grund staatlicher Berufung wahrnimmt.

§ 35. Die Begründung des Beamtenverhältnisses erfolgt durch Berufung des Anzustellenden von seiten der Staatsgewalt und durch deren meist stillschweigende Annahme von seiten des Berufenen. Die Beamtenstellung beruht jedoch nicht auf einem Vertrag im privatrechtlichen Sinn, weil sie stets die Begründung eines öffentlich-rechtlichen Gewaltverhältnisses bedingt; eben deshalb kann auch niemand einen Rechtsanspruch auf eine Anstellung haben oder ohne Anstellung z. B. durch Kauf oder Anwartschaft Staatsdiener werden.

Die Berufung erfolgt nicht immer durch den Souverän selbst, sondern häufig durch andere Organe des Reiches oder Staates, denen die Ausübung des Rechtes auf Anstellung durch Gesetz oder Verordnung übertragen ist. Je größer die Staaten sind, in desto weiterem Umfang findet die Anstellung durch die Minister oder auch durch die Mittelstellen statt.

Für den Beginn des Staatsdienerverhältnisses oder einer Veränderung in ihm ist der im Anstellungsdekret als solcher bezeichnete Tag, und wenn ein solcher fehlt, das Datum des Dekretes maßgebend.

Bei Beginn des Staatsdienerverhältnisses ist der Diensteid abzulegen, durch welchen der Beamte nicht nur die gewissenhafte Erfüllung der Dienstpflichten verspricht, sondern auch dem Staatsoberhaupte Treue und Gehorsam sowie Beobachtung der Verfassung gelobt, und welcher auch als ein Mittel zur Befestigung der Verfassung dient. Darüber ob dieser auch bei jeder Beförderung oder gar bei jeder Versetzung von neuem zu leisten ist, oder ob der bloße Hinweis auf den einmal geleisteten Eid genügt, sind die Bestimmungen in den einzelnen Staaten verschieden.

Meist ist eine förmliche Einführung des Beamten in ein neues Amt durch den betreffenden Vorgesetzten oder durch einen Kommissär der Inspektions- oder Direktionsstelle üblich, bei welcher Gelegenheit er auch seinen Untergebenen offiziell vorgestellt wird.

Notwendig ist eine solche Diensteseinweisung überall da, wo es sich gleichzeitig um Uebernahme von Wertobjekten, Geld, Inventargegenständen, unverwertetem Holz etc. handelt, weil hierbei das Vorhandensein dieser Objekte festgestellt wird und damit auch die Haftbarkeit hiefür auf den neuen Beamten übergeht.

Die Wirkung des Anstellungsdekretes ist bei nichtrichterlichen Beamten in manchen Staaten, z. B. Bayern und Hessen, nicht sofort unwiderruflich, sondern es besteht hier auch bei den höheren Beamten eine gewisse Probezeit, während welcher sie ohne weitere Förmlichkeiten durch einfache Verfügung der ernennenden Stelle wieder entlassen werden können (Bayern: die höheren Beamten, in den obersten

12 Klassen der Gehaltsordnung enthalten, sind 3, die übrigen 10 Jahre lang widerruflich, Hessen 5jährige Probezeit). In anderen Staaten, z. B. in Preußen, und im Dienste des Reiches kennt man dieses Provisorium nur bei den auf nicht rein mechanische Dienstverrichtungen beschränkten Unterbeamten. Die Dauer der Probedienstleistung beträgt für diese in der Regel sechs Monate und höchstens ein Jahr.

§ 36. Das Beamtenverhältnis bringt verschiedene Rechte und Pflichten mit sich. Zu ersteren gehört, daß der Beamte innerhalb seines Wirkungskreises öffentlichen Glauben genießt, von seinen Untergebenen Befolgung seiner Befehle fordern kann und bei rechtmäßiger Ausübung seiner Amtspflichten besonders geschützt ist (Widerstand gegen die Staatsgewalt, §§ 113, 114, 117, 118 d. deutschen RStrGB.). Hat der Beamte eine Handlung auf Befehl seines Vorgesetzten vorgenommen, so ist er nur dann haftbar, wenn eine Gesetzesverletzung vorliegt. Für seine Leistungen hat der Beamte Anspruch auf Rang, Titel und Gehalt, ebenso hat er das Recht, sowie bei gewissen Gelegenheiten die Pflicht, eine besondere Amtskleidung (Uniform), soweit eine solche vorgeschrieben ist, zu tragen.

Kein Beamter hat ein Recht auf Beibehaltung seines Amtes, doch ist auch der nichtrichterliche Beamte gegen eine willkürliche Entlassung sichergestellt (vergl. unten S. 608).

Die wichtigsten Pflichten, welche aus der Bekleidung eines Amtes entspringen, sind folgende:

Der Beamte hat zunächst seine dienstlichen Aufgaben gewissenhaft zu erfüllen, sowie die Rechte und Interessen des Staates in allen Fällen zu wahren. Er hat alles zu unterlassen, was dem Ansehen des Amtes in der öffentlichen Meinung schaden könnte, dieses unparteiisch und ohne Rücksicht auf seinen Privatvorteil zu verwalten und darf in bezug auf sein Amt Geschenke etc. weder annehmen, noch sich versprechen lassen (§§ 331 und 332 d. RStrGB.). Wie er von seinen Untergebenen Gehorsam zu fordern berechtigt und verpflichtet ist, so muß er auch seinerseits allen Befehlen seiner Vorgesetzten Folge leisten, welche sich auf solche Gegenstände beziehen, die im Bereiche seiner dienstlichen Verpflichtung liegen, in der vorgeschriebenen Form an ihn gelangen und nicht gegen bestehende Gesetze verstoßen. Die dem Beamten in letzterer Richtung auferlegte Prüfungspflicht erstreckt sich jedoch nur auf die formelle Gesetzlichkeit, also auf die Frage der Zuständigkeit und ordnungsmäßigen Form, bloß Württemberg kennt auch die Pflicht einer materiellen Prüfung. Im Interesse des Dienstes ist es notwendig, daß die Amtsverschwiegenheit beobachtet wird. Die Arbeitsleistungen des Beamten sind nur der Art nach bestimmt, sonst aber ungemessen. Jeder nichtrichterliche Beamte muß sich daher sowohl eine Aenderung seines Dienstbezirkes als auch der Art der Dienstleistung bei Wahrung seiner privatrechtlichen Gehaltsansprüche gefallen lassen.

Aus dem Amte geht ferner im Interesse des Dienstes eine Reihe von Beschränkungen hervor. Der Beamte muß seinen Wohnsitz so wählen, wie es das dienstliche Interesse erfordert und darf sich von diesem ohne Urlaub nicht entfernen, ferner ist es ihm untersagt, einen Gemeinde- oder Privatdienst oder Nebenbeschäftigungen, besonders solche, mit denen eine Entlohnung verbunden ist, ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten zu übernehmen. Die Mitgliedschaft des Vorstandes, Aufsichts- oder Verwaltungsrates von Aktien-, Kommandit- und Bergwerksgesellschaften, sowie die Beteiligung bei der Gründung solcher Gesellschaften ist, sobald hiemit eine Remuneration verbunden ist, allenthalben gesetzlich verboten.

Da das Amt den Charakter eines Standes trägt und die ersprießliche Durch-

führung der Amtspflichten bis zu einem gewissen Grad auch durch das Privatleben des Beamten beeinflußt wird, so hat er auch außerhalb seines amtlichen Wirkens alles zu vermeiden, was dem Interesse und der Würde des Standes und des Staates schaden könnte. Aus dem gleichen Grunde ist auch in mehreren Staaten die Verehelichung von der Bestimmung der vorgesetzten Dienstesbehörde abhängig gemacht (Württemberg) oder kann wenigstens für bestimmt zu bezeichnende Gruppen hievon abhängig gemacht werden (Bayern, Baden), die meisten anderen Staaten begnügen sich mit einer vorherigen Anzeige.

§ 37. Die Verletzungen der Amtspflichten können Zuwiderhandlungen gegen die bestehenden Gesetze sein, oder nur gegen die Voraussetzungen einer berufsmäßigen Amtsführung verstoßen. Während erstere vor das Forum des Strafrichters gehören, steht zur Ahndung der letzteren den Vorgesetzten gegen ihre Untergebenen eine Disziplinargewalt zu. Für Verletzungen der Amtspflichten werden Disziplinarstrafen erkannt, welche in mündlichen und schriftlichen Verweisen, Geldstrafen, Haus- und Zivilarrest, Strafversetzung, sowie in Dienstentlassung mit und ohne Verlust des Anspruches auf Pension bestehen können. Das öffentliche Strafrecht und das Disziplinarstrafrecht stehen unabhängig nebeneinander, daher können unter Umständen Disziplinarstrafen auch noch neben der strafrechtlichen Verurteilung in Anwendung kommen.

Die Disziplinarstrafen werden gewöhnlich in Ordnungsstrafen und in eigentliche Disziplinarstrafen geteilt. Erstere werden für die leichteren Vergehen von den hiefür zuständigen Vorgesetzten schriftlich oder protokollarisch verfügt und bestehen in: Warnung und Verweis, Geldstrafen (meist bis zur Höhe des einmonatlichen Gehaltes) und Arreststrafe (nur in Preußen gegen Unterbeamte bis zu 8 Tagen). Die eigentlichen Disziplinarstrafen bezwecken die Entfernung des schuldigen Beamten entweder aus dem Staatsdienste überhaupt oder wenigstens aus dem gegenwärtig von ihm bekleideten Amte. Sie können nur auf Grund eines gesetzlich geregelten Verfahrens und mit untergeordneten Ausnahmen (Baden, behördlich angestellte Beamte) nur von einem förmlichen Disziplinargerichte verhängt werden.

Sie bestehen in: Strafversetzung in ein anderes Amt von gleichem Range, verbunden mit Vermögensnachteilen (Verlust der Umzugskosten, Verringerung des Einkommens, Geldstrafe) und Dienstentlassung ohne oder mit Belassung der Pension.

§ 38. Die Beendigung des Staatsdienstverhältnisses kann entweder vollständig sein; d. h. nach staats- und privatrechtlicher Beziehung zugleich erfolgen, oder es kann nur das Amtsverhältnis allein aufhören, während die privatrechtlichen Beziehungen noch fortdauern.

Ersteres tritt ein: 1. durch den Tod des Beamten, 2. durch sein freiwilliges Ausscheiden aus dem Dienst mit Verzicht auf Rang, Titel und Gehalt, 3. als Straffolge, und zwar bei richterlicher Verurteilung zur Zuchthausstrafe immer, zur Gefängnisstrafe nur dann, wenn gleichzeitig auf Verlust der bürgerlichen Ehrenrechte oder der Fähigkeit zur Bekleidung öffentlicher Aemter erkannt worden ist (§§ 32, 33 und 35 d. RStrGB.), 4. durch ein dahingehendes rechtskräftiges Urteil des Disziplinargerichtshofes, 5. durch Entlassung der auf Widerruf oder Kündigung angestellten Beamten mittels einfacher Verwaltungsverfügung.

Das Aufhören des Amtsverhältnisses allein mit Beibehaltung des Ranges, Titels, sowie des ganzen oder teilweisen Gehaltes kann veranlaßt werden: 1. durch ein entsprechendes Urteil des Disziplinargerichtshofes, 2. durch den freien Willen der Beamten, wenn sie entweder eine bestimmte Anzahl von Jahren gedient oder

ein gewisses Lebensalter erreicht haben (meist 65 Jahre, in Hessen 70 Jahre; in Sachsen und Hessen nach 40jähriger Dienstzeit), 3. jederzeit infolge einer durch körperliche oder geistige Gebrechen veranlaßten Unfähigkeit, den Pflichten des Amtes zu genügen. Die Versetzung in den Ruhestand kann auch gegen den Willen des Beamten erfolgen, wenn er durch körperliche oder geistige Gebrechen zur Erfüllung seiner Pflichten nicht mehr in der Lage ist. Diese Dienstunfähigkeit ist in Preußen und im Deutschen Reiche bis zum vollendeten 65. Lebensjahre durch ein förmliches Disziplinarverfahren zu entscheiden, wenn die Pensionierung gegen den Willen des Beamten erfolgen soll, später genügt hierzu die einfache Erklärung des nächsten Vorgesetzten. Außerhalb Deutschlands bestehen vielfach Altersgrenzen, nach deren Ueberschreitung die Pensionierung kraft Gesetzes erfolgen muß.

In einigen Staaten unterstehen auch die dauernd in den Ruhestand versetzten Beamten noch innerhalb gewisser Grenzen der Disziplinargewalt und dem Disziplinarstrafrechte (Bayern, Württemberg, Baden: Verletzung des Amtsgeheimnisses; Bayern, Sachsen, Baden: wegen unwürdigen Verhaltens). Im Reiche und in Preußen dagegen können Handlungen, die ein Beamter nach dem Uebertritt in den dauernden Ruhestand begeht, niemals Veranlassung zu einer Disziplinarbestrafung geben.

In manchen Fällen ist das Aufhören des Amtsverhältnisses nur ein zeitweises, nämlich dann, wenn der Beamte wegen Umbildung der Behörden oder aus dienstlichen Erwägungen (politische Beamte, zu denen in den neuen Provinzen Preußens auch die Oberforstmeister gehören) zur Disposition gestellt, oder, wie in anderen Staaten die Bezeichnung lautet, mit Vorbehalt der Wiederverwendung in den Ruhestand versetzt ist. Das gleiche gilt für die Suspension vom Dienst in einzelnen Fällen nach Einleitung der Untersuchung wegen Vergehens oder Verbrechens gegen den Beamten. Sie bezweckt, den Beamten, der eines so schweren Vergehens verdächtig ist, daß seine Entfernung aus dem Amte zu erwarten steht, schon während der Dauer der gerichtlichen oder Disziplinar-Untersuchung von seinen Amtsgeschäften fernzuhalten. Diese zeitweise Sistierung des Amtsverhältnisses kann entweder in eine dauernde Beendigung (bei Suspension auch in Dienstesentlassung) übergehen oder durch Reaktivierung des Beamten aufgehoben werden. Während des Zeitraumes dieser Stellung bezieht der Beamte entweder die gesetzliche Pension oder ein besonders normiertes Wartegeld.

Beförderung.

§ 39. Im Interesse des Dienstes sowohl als auch in jenem der Beamten ist es notwendig, daß das Vorrücken in die höheren Dienstesstufen nach einem gerechten und zweckmäßigen System erfolgt, sowie daß hierbei selbst der Schein von Willkür und Nepotismus ausgeschlossen ist.

Für die Entscheidung über die Befähigung einer Persönlichkeit zur Beförderung oder zur Anstellung können folgende Momente als Anhaltspunkte dienen:

1. der Erfolg der theoretischen und praktischen Prüfungen,
2. das Dienstalter (die Anciennität),
3. die dienstliche und außerdienstliche Qualifikation.

Zu 1. Wenn auch der Ausfall der verschiedenen Prüfungen einen ziemlich guten Maßstab für die Kenntnisse des Anwärters abgibt, so liegt doch hierin keine Bürgschaft dafür, inwieweit sich die betr. Persönlichkeit den Anforderungen des Dienstes gewachsen zeigen wird, und zwar um so weniger, je länger der Zeitraum seit dem Bestehen der Prüfungen ist.

Der früher gelegentlich (Hannover) gemachte Versuch, bei jeder Beför-

derung oder wenigstens für gewisse Grade besondere Prüfungen vorzuschreiben, ist gegenwärtig vollständig aufgegeben, da förmliche Prüfungen in höheren Lebensaltern doch nicht mehr passen und es auch schwer ist, die verschiedenartigen Anforderungen, welche namentlich an die höheren Dienstesstufen gestellt werden, in dem Rahmen eines Examens zusammenzufassen. Die beste Prüfung liegt jedenfalls in der vorübergehenden Uebertragung des betr. Amtes, wozu sich im Verlauf des Dienstes hinreichende Gelegenheit bietet.

Zu 2. Einen sehr vielfach benützten Anhaltspunkt bei den Beförderungen bildet das Dienstalter. Dieses bietet die Wahrscheinlichkeit, keineswegs aber die Gewißheit dafür, daß der betr. Beamte sich durch das längere Verweilen im Dienst eine größere Summe von praktischen Erfahrungen gesammelt habe, und läßt den Schein der Willkür am besten vermeiden. Da aber zur Bekleidung der höheren Aemter noch andere Eigenschaften erforderlich sind als für die mittleren Stellen, welche unter normalen Verhältnissen von der großen Mehrzahl der Beamten erreicht werden, und da auch bei der Beförderung lediglich nach dem Dienstalter das Vorrücken in die höheren Stellen erst im einem Alter erfolgen würde, in welchem die Beamten weder die nötige geistige Frische und Initiative, noch auch die für den im Forstfach so wichtigen Inspektionsdienst erforderliche körperliche Rüstigkeit mehr besitzen, so reicht dieses System wenigstens nicht für alle Fälle aus.

3. Außer den genannten mehr mechanischen Beförderungsnormen bietet die freie Würdigung der dienstlichen und außerdienstlichen Eigenschaften eines Beamten durch seine vorgesetzten Behörden eine weitere Möglichkeit, die Tauglichkeit und Befähigung der Beamten in unparteiischer Weise zu prüfen.

Solche Qualifikationen werden von seiten der Vorgesetzten alljährlich oder periodisch vorgenommen und erstrecken sich auf das dienstliche sowie außerdienstliche Verhalten sämtlicher Beamten, da sie nicht bloß Anhaltspunkte für die Beförderungen liefern, sondern zugleich einen Ueberblick darüber gewähren sollen, ob die Beamten den Anforderungen ihrer gegenwärtigen Stellung entsprechen oder ob es notwendig ist, sie im Interesse des Dienstes ganz oder doch wenigstens von ihrer derzeitigen Dienstesstelle zu entfernen.

In neuerer Zeit tritt die Forderung immer häufiger hervor, daß den Beamten Einblick in diese Qualifikationen gestattet werden solle, da sie von höchster Bedeutung für die Gestaltung ihrer dienstlichen Laufbahn sind. Wenn auch eine vollständige Mitteilung nicht angängig erscheint, so ist doch in verschiedenen Staaten bereits die Einrichtung getroffen, daß die Beamten wenigstens von ungünstiger Beurteilung in angemessener Form in Kenntnis gesetzt werden.

Aus den Ergebnissen dieser Begutachtungen werden öfters, häufig nach gemeinsamer Beratung, förmliche Listen für die Reihenfolge der Vorrückung (Promotionslisten) ausgearbeitet und in Frankreich sogar veröffentlicht (Tableau d'avancement). In Frankreich werden auch zu den Beratungen über die Promotionslisten (Conseil d'avancement) von den Beamten gewählte Vertreter, für jeden Dienstgrad einschließlich des Brigadiers je zwei, zugezogen, die für ihren Dienstgrad beschließende, sonst nur beratende Stimme haben.

Für die obersten Stellen endlich sowie für einzelne ganz besonders schwierige Posten wird immer lediglich die freie Würdigung der Anforderung des Amtes einerseits und der persönlichen Verhältnisse des Anwärters andererseits maßgebend sein können. Dagegen ist es unzweckmäßig, wenn die Beförderung durchweg nach diesem System erfolgt, namentlich in größeren Staaten, wo bei den leitenden Personen

eine genügende Kenntnis aller in Betracht kommenden Persönlichkeiten unmöglich erwartet werden kann, so daß Ungerechtigkeiten alsdann gar nicht zu vermeiden sind.

Es dürfte sich daher empfehlen:

1. die ersten Anstellungen nach dem durch Zeit und Ausfall der Prüfungen geregelten Dienstalter erfolgen zu lassen, wobei bezüglich der Besetzung der einzelnen Stellen die Brauchbarkeit für die besonderen Anforderungen bei der Auswahl unter den dienstältesten Anwärtern entscheidet;

2. bei Besetzung der Inspektionsstellen die von den Inspektions- und Direktionsstellen nach kollegialer Beratung festgestellten Promotionslisten mit dem gleichen Vorbehalte als Grundlage zu nehmen;

3. zu den Direktionsstellen und auf sog. Vertrauensposten geeignete Persönlichkeiten nach freier Würdigung aller entscheidenden Momente zu berufen.

Besoldungsverhältnisse.

§ 40. Nach den allgemeinen Grundsätzen der Lohn- und speziell der Besoldungspolitik soll der Zeitraum, während dessen der Beamte unentgeltlich oder nur mit ungewissen oder ungenügenden Diäten und Remunerationen Dienste leistet, möglichst kurz sein; zwischen den Besoldungen der einzelnen Aemter soll ein richtiges Verhältnis bestehen und ferner der Beamte in nicht zu spätem Lebensalter den Anspruch auf einen angemessenen Ruhegehalt erlangen. Die Höhe des Gehaltes ist so zu bemessen, daß es dem Beamten und dessen Familie einen standesgemäßen Lebensunterhalt sowohl während der aktiven Altersperiode als auch nach deren Beendigung *ohne* Voraussetzung eigenen Vermögens gewährt und zugleich auch eine angemessene Erziehung der Kinder ermöglicht.

Der Beginn des Bezuges eines angemessenen Gehaltes wird bei der Staatsforstverwaltung in neuerer Zeit in vielen Staaten durch die Ueberfüllung der Laufbahn mit Anwärtern in unerwünschter Weise verzögert, weshalb jetzt auch da, wo es bisher noch nicht geschehen ist, Maßregeln ergriffen werden, um den Zugang der Anwärter in irgend einer Form, worauf weiter unten bei „Unterricht“ noch näher eingegangen werden wird, in ein geordnetes Verhältnis zum durchschnittlichen Abgang an Beamten zu bringen. Der Staat hat ein lebhaftes Interesse, daß die Beamten nicht nur alsbald nach Beendigung der Ausbildung in den Bezug einer Besoldung, sondern auch nicht zu spät in jene Stellen gelangen, in denen die Mehrzahl der Beamten dauernd verbleibt und die daher bei Bemessung des für Gründung und Erhaltung einer Familie ausreichenden Gehaltes maßgebend sind. Fehler, die hiebei gemacht werden, rächen sich schwer durch Verbitterung der Beamten, Abstumpfung der besten Arbeitskraft vor Eintritt in den eigentlichen Wirkungskreis und Veranlassung eines plutokratischen Charakters der Beamtenschaft, weil nur Wohlhabende eintreten können, den tüchtigsten Kräften aber oft der Zugang aus materiellen Rücksichten verschlossen bleibt.

Die Gelegenheit zur Erlangung höherer Stellen ist im Staatsforstdienst keine bedeutende, die weitaus größte Mehrzahl aller Verwaltungsbeamten beschließt ihre dienstliche Laufbahn als Revierverwalter, für die Betriebsbeamten bildet der „Förster“ den normalen Abschluß.

Infolgedessen liegt der Schwerpunkt der Besoldungspolitik in der richtigen Bemessung des Gehaltes dieser beiden Diensteskategorien. Eine Verbesserung der Gehaltsbezüge ist deshalb nur durch *Dienstalterszulagen* zu erreichen, für welche zwei Systeme bestehen. Nach dem einen, welches für den Beamten das angenehmere und jetzt auch das gebräuchlichere ist, rückt er jeweils nach Ablauf

einer bestimmten Anzahl von Jahren in eine höhere Gehaltsstufe vor, während bei dem andern jeder Gehaltsstufe ein bestimmter Bruchteil der Beamten jeder Kategorie angehört und diese bei eintretenden Erledigungen nach Maßgabe ihres Dienstalters in den Genuß einer Zulage gelangen.

Der Unterschied zwischen den Bezügen verschiedener Dienstesstufen vom Revierverwalter an aufwärts ist nirgends eine sehr beträchtliche und gestaltet sich sogar nicht selten durch die Dienstalterszulagen sowie gewisse Nebenbezüge der genannten Beamten zum Nachteil der höheren Stellen.

Für die Pensionierung (Sterbemonat, Witwengehalt und Erziehungsbeihilfen für Waisen) gelten bei den Forstbeamten die allgemeinen Grundsätze. Besonderheiten ergeben sich für die Forstbeamten nur dadurch, daß bei ihnen noch die Naturalbezüge eine wichtige Rolle in der Besoldung spielen, die häufig im Fall der Pensionierung nicht oder doch nur mit einem geringen Betrage angerechnet werden, weshalb sich das Verhältnis des Ruhegehaltes zu den wirklichen Bezügen der aktiven Dienstzeit für die Forstbeamten dann ungünstiger stellt als bei anderen Beamten.

§ 41. Die Besoldungsverhältnisse der Forstbeamten bieten nur für die Kategorien des äußeren Dienstes Besonderheiten infolge des Umstandes, daß diese zum größten Teile gezwungen sind, an kleinen Orten, oft sogar ferne von Ortschaften allein im Walde zu wohnen. Es muß ihnen daher durch Dienstwohnungen Gelegenheit zu einer angemessenen Unterkunft geschaffen werden, ebenso sind sie auch häufig gezwungen, die notwendigsten Bedürfnisse des täglichen Lebens durch den Betrieb einer eigenen Landwirtschaft zu decken. Eine wesentliche Verteuerung der Lebenshaltung gegenüber den meisten anderen gleichgestellten Beamtenklassen ergibt sich bei der Kindererziehung durch die Notwendigkeit, sie auf auswärtige Schulen zu schicken und in sonst kostspieliger Weise für den Unterricht durch Hauslehrer zu sorgen. Aerztliche Hilfe ist schwieriger und teuerer zu beschaffen als in der Stadt, auf feinere Lebensgenüsse, wie häufige Geselligkeit, Besuch von Theatern und Konzerten muß meist ganz verzichtet werden. Der früher durch die geringeren Preise der Lebensmittel und Löhne gebotene Ausgleich ist bei dem erleichterten und gesteigerten Verkehr nun ebenfalls weggefallen, häufig sind sogar die Ausgaben hiefür auf dem Lande höher als in der Stadt, wobei noch die gleiche Sicherheit einer Deckung des Bedarfes fehlt.

Diese Verhältnisse haben schon seit früher Zeit dazu geführt, daß die Naturalbesoldung bei den Forstbeamten durch Gewährung von Dienstwohnung, Land, freiem Fuhrwerk, freier Beheizung, gewisser Einkünfte aus der Jagd nicht nur in höherem Maße als bei anderen Beamtenklassen gewährt worden sind, sondern sich auch erheblich länger als bei diesen erhalten haben, ja in beschränktem Maße auch heute noch notwendig sind.

Die sich immer mehr entwickelnde Geldwirtschaft, die Notwendigkeit eine bei umfangreichen Naturalbezügen niemals mögliche Gleichheit des Einkommens sowohl der gleichen Forstdienstesstellen unter sich als auch mit anderen Beamtenklassen herzustellen und endlich die sehr ungleichartige Entwicklung der Verhältnisse an den verschiedenen Orten (verschiedene Voraussetzungen für den Betrieb und den Ertrag der Landwirtschaft) haben in neuerer Zeit immer mehr dazu gedrängt, auf Beseitigung der bestehenden Mißstände hinzuwirken, dabei aber doch den eigenartigen Verhältnissen der Forstbeamten Rechnung zu tragen. Besondere Rücksicht erfordert die bereits oben erwähnte Anrechnung der Naturalbezüge bei der Pensionierung.

Im großen und ganzen kann man zwei Systeme der Besoldung der Forstbeamten des äußeren Dienstes unterscheiden: das ältere, bei welchem sie etwas

geringeres Geldgehalt als die übrigen Beamtenkategorien gleichen Ranges, daneben aber ziemlich umfangreiche Naturalbezüge erhalten, die dann im Falle der Pensionierung mit bestimmten Sätzen zur Anrechnung kommen. In neuerer Zeit bricht sich immermehr ein anderes System Bahn, wonach die Forstbeamten das gleiche Geldgehalt haben wie die übrigen Beamten, für Wohnung und Dienstland aber eine den Verhältnissen angemessene Miete und Pacht zahlen. Für den Dienstaufwand, für Haltung eigenen Fuhrwerkes oder Benutzung von Mietsfuhrwerk nebst vermehrtem Aufwand für Zehrung außerhalb des eigenen Hauses wird dann eine besondere hiefür ausreichende Entschädigung gewährt.

In jenen Fällen, in welchen die Staatsforstbeamten nicht durch dienstespragmatische Bestimmungen bereits günstiger gestellt sind, kommen für sie auch die Bestimmungen der Reichsversicherungsordnung v. J. 1911 über Krankenversicherung, Unfallversicherung, Invaliditäts- und Hinterbliebenenversicherung zur Anwendung (§§ 169, 554 u. 1235 der Reichsversicherungsordnung). Für die hiebei am meisten in Betracht kommenden Betriebsunfälle ist durch die sog. Beamten-Unfallgesetze (Deutsches Reich 18. VI. 1901, Preußen 2. VI. 1902, Sachsen 9. IV. 1888, Hessen 18. VI. 1887, Württemberg 23. IV. 1890) Sorge getragen.

B. Gemeindeforstverwaltung.

§ 42. Zwischen der Gemeinde- (und auch der Privat-)Forstverwaltung einerseits und der Staatsforstverwaltung anderseits besteht der prinzipielle Unterschied, daß es sich bei ersterer nur um die Bewirtschaftung eines eigenen Besitzes, niemals aber um aktive und direkte Ausübung staatlicher Hoheitsrechte durch die Organe der Gemeinden oder Privaten handelt.

Wegen des durch die Gesetzgebung in ganz Deutschland anerkannten öffentlich-rechtlichen Interesses, welches der Staat speziell an diesen Teile des Gemeindevermögens besitzt, nimmt er bisweilen die Leitung des technischen Betriebes und sogar des Forstschutzes in den Kommunalwaldungen ganz an sich oder übt doch wenigstens eine ziemlich weitgehende Aufsicht hierüber aus.

Neben der Ausdehnung des Waldbesitzes und der Intensität der Wirtschaft hängt daher die Organisation der Gemeindeforstverwaltung ganz wesentlich von dem jeweiligen Maß der staatlichen Einwirkung auf die Gemeindeforstwirtschaft ab.

Es lassen sich nach letzterem 3 Haupttypen der Organisation unterscheiden:

§ 43. In verschiedenen Staaten und Landesteilen hat der Staat die Bewirtschaftung und teilweise auch den Schutz der Gemeindewaldungen in der Weise übernommen, daß er beides durch von ihm angestellte Beamte besorgen läßt (volle Beförsterung). In Deutschland besteht dieses System in: Teilen von Hannover, in Hessen-Nassau, Großherzogtum Hessen, Unterfranken, Rheinpfalz, Baden, Elsaß-Lothringen, Waldeck, Braunschweig, Schwarzburg-Rudolstadt, Sachsen-Altenburg, im ganzen auf 45% der gesamten Gemeindewaldfläche. Außerhalb Deutschland gilt es in: Frankreich, Belgien und Tirol. Die Wirtschaftsbeamten (und teilweise auch die Schutzbeamten) sind je nach der örtlichen Zusammenlage und den bestehenden Einrichtungen entweder nur in Gemeindewaldungen oder solchen und Staatswaldungen gleichzeitig tätig, ebenso hängt es von den örtlichen Verhältnissen und von der Größe des Waldbesitzes ab, ob sie ihre Wirksamkeit nur auf die Waldungen einer oder auf jene mehrerer Gemeinden zu erstrecken haben.

Die Leistungen der Verwaltungs- und Betriebsbeamten sind hier im allgemeinen die gleichen wie bei der Staatsforstverwaltung, doch wird den Wünschen der Gemeindevertretung beim Entwurf der periodischen und jährlichen Betriebspläne

möglichst Rechnung getragen. Die Materialverwertung und die Rechnungslegung in finanzieller Richtung ist stets Sache der Gemeinden.

Der Inspektionsdienst in den Kommunalwaldungen dieser Kategorie wird von den staatlichen Inspektionsbeamten des betr. Bezirks im wesentlichen nach den gleichen Normen wie in den Staatswaldungen besorgt, doch ressortieren diese bezüglich der Kommunalwaldungen von einer andern Regierungsabteilung als hinsichtlich der Verwaltung der Staatsforsten.

Auch die Direktionsstellen beteiligen sich an der Bewirtschaftung der beförsterten Gemeindewaldungen durch Oberinspektionen, ferner in den Fragen der Organisation, Gesetzgebung etc. Die Ressortverhältnisse sind jedoch auch hier anders geordnet als bei den Staatswaldungen, indem die höchste Instanz für Gemeindewaldungen entweder jenes Ministerium ist, welchem überhaupt die Oberaufsicht über die Vermögensverwaltung der Gemeinden zusteht, oder sich verschiedene Ministerien bei der Entscheidung über die betr. Angelegenheiten beteiligen.

Wenn die Anstellung der Forstschutzbeamten den Gemeinden überlassen ist, so bleibt doch deren Bestätigung stets dem Staate vorbehalten.

§ 44. Eine mittlere Stufe der staatlichen Einwirkung auf die Gemeindeforstwirtschaft ist dann gegeben, wenn verlangt wird, daß a) die Bewirtschaftung durch geeignete Beamte geführt wird und auch für den Schutz in entsprechender Weise Vorsorge getroffen ist und b) daß sich die Bewirtschaftung auf staatlich genehmigte Betriebspläne stützt (weitgehende Staatsaufsicht). Es bleibt dann den einzelnen Gemeinden überlassen, entweder für sich allein oder in Verbindung mit anderen gemeinschaftlich einen befähigten Verwaltungsbeamten aufzustellen, wenn sie nicht vorziehen, mit benachbarten Forstverwaltungsbeamten eine Vereinbarung darüber zu treffen, daß diese die Bewirtschaftung der fraglichen Gemeindewaldungen als ein Nebenamt übernehmen. In Deutschland ist dieses System bei nahezu der Hälfte (49,4 %) aller Gemeindewaldungen üblich.

In manchen Staaten besorgt der Staat im Weg der freien Vereinbarung mit den Gemeinden die Bewirtschaftung und bisweilen auch den Schutz ihrer Waldungen durch seine Beamten. Durch dieses Verfahren wird der Uebergang zum System der vollen Beförsterung angebahnt, indem der Staat dadurch, daß er seinen Beamten die Erlaubnis versagt, die Bewirtschaftung von Gemeindewaldungen als ein Nebenamt zu übernehmen, in der Lage ist, ersteres auf diesem Umwege einzuführen, wie es z. B. in Bayern geschieht.

Wenn die Gemeinden eigene Forstverwalter aufstellen, so versehen diese die gleichen Funktionen wie die Staatsoberförster; wählen aber die Gemeinden einen der beiden anderen Wege, so besorgen sie die Materialverwertung sowie die Rechnungslegung in finanzieller Hinsicht ebenso, wie beim System der vollen Beförsterung selbst.

Bei der Leitung und Ueberwachung des Betriebes ist hier die technische Seite von der administrativen zu trennen. Die Aufsicht in ersterer Richtung wird von den forsttechnischen Inspektions- und Direktionsbeamten des Staates besorgt, bei der Entscheidung etwaiger Anstände pflegen jedoch die Aufsichtsbehörden für das Gemeindevermögen in diesem Fall einen weitergehenderen Einfluß zu haben als bei dem erstangeführten System der vollen Beförsterung.

Die Entscheidung in den reinen Verwaltungsangelegenheiten, namentlich Bestimmung der allgemeinen Richtung des Betriebes, Gewährung der Geldmittel, Bestimmung des jährlichen Hiebssatzes innerhalb des periodischen Etats, steht hier meist ausschließlich den Gemeinden zu. Letztere sind bei diesem System namentlich auch deshalb dem Wirtschaftsbeamten gegenüber viel selbständiger, weil seine An-

nahme und Entlassung, allerdings mit Vorbehalt der staatlichen Genehmigung, durch die Gemeinde erfolgt.

Bei der Organisation des Betriebsvollzugsdienstes lassen die Gemeinden leider meist eine übel angewandte Sparsamkeit walten und stellen aus diesem Grunde mit wenigen Ausnahmen nicht nur hinsichtlich der Ausbildung dieses Beamten als auch bei Prüfung ihrer sonstigen Eigenschaften die niedrigsten vom Gesetze noch gestatteten Anforderungen. Mit Rücksicht hierauf unterliegt die Anstellung dieses Beamten fast allenthalben der staatlichen Genehmigung, leider gilt häufig nicht die gleiche Bedingung für ihre Entlassung.

Wenn die Bewirtschaftung der Gemeindewaldungen bei diesem System nicht im Weg der Vereinbarung vom Staat übernommen wird, so hängt die Dienstesorganisation hauptsächlich von der Ausdehnung des Besitzes ab und finden sich dann hier die gleichen Formen wie bei der Privatforstverwaltung, auf deren Besprechung auf S. 618 deshalb Bezug genommen wird. Als Regel kann angenommen werden, daß eine möglichst billige Verwaltung erstrebt wird, weshalb auch das „Revierförstersystem" sehr beliebt und verbreitet ist. Verhältnismäßig am teuersten gestaltet sich die Organisation für Gemeinden mit kleinem Waldbesitz von nur einigen Hundert Hektaren, namentlich wenn diese isoliert gelegen sind und daher ein Anschluß an andere Verwaltungen nicht möglich ist. Die Landwirtschaftskammern vermögen jedoch hier ebenso Abhilfe zu schaffen, wie bei den Privatwaldungen (s. u. S. 619).

§ 45. 3. Da, wo den Gemeinden das größte Maß von Selbständigkeit in bezug auf die Benutzung ihres Waldes eingeräumt ist, bewirkt nur das eigene wohlverstandene Interesse, daß in angemessener Weise für die Bewirtschaftung und den Schutz des Waldes Sorge getragen wird.

Die alsdann möglichen Verhältnisse sind aber äußerst verschiedenartig und hängen neben der Intensität des Betriebes noch ganz wesentlich von der Ausdehnung des Besitzes ab. Wegen der verschiedenen Formen der Dienstesorganisation wird ebenfalls auf S. 618 verwiesen.

Die Staatsforstbeamten haben sich mit den Waldungen dieser Kategorie nur in ihrer Eigenschaft als Organe der Forstpolizei zu beschäftigen, wenn sie nicht ihre Bewirtschaftung im Vertragsweg als Nebenamt übernommen haben.

§ 46. Für die forstlichen Kassengeschäfte sind nur in einzelnen Städten Norddeutschlands mit bedeutendem Waldbesitz eigene Forstkassenrendanten bestellt, der Regel nach werden sie von jenen Organen besorgt, welchen die Erledigung der Kassengeschäfte überhaupt in den Gemeinden übertragen ist.

Die Forstpolizei wird in den Gemeindeforsten von den hiezu berufenen Staatsbehörden betätigt.

Für die forstlichen Baugeschäfte sowie für die Zwecke der forstlichen Rechtspflege sind von den Gemeinden nirgends eigene Beamte aufgestellt.

Als Vertreter der Gemeindeforstverwaltung in allen Rechtsfällen erscheinen die von der Gesetzgebung berufenen Vertreter des Gemeindevermögens.

§ 47. Für die Bildung der Dienstbezirke der Verwaltungsbeamten kommt hier in Betracht, ob das System der vollen Beförsterung vorliegt oder eines der beiden übrigen, welche den Gemeinden größere Selbständigkeit einräumen.

Im ersten Fall gelten im allgemeinen die gleichen Gesichtspunkte, welche bereits oben S. 603 bezüglich der Bildung reiner Staatswaldreviere angeführt worden sind.

Etwas größere Bezirke erscheinen in diesem Fall deshalb zulässig, weil der Verwaltungsbeamte bei den Gemeindewaldungen nichts mit der sonst oft sehr viel Zeit in Anspruch nehmenden Materialverwertung zu tun hat. Anderseits ist aber zu berücksichtigen, daß auch der Verkehr mit den Gemeindeverwaltungen, namentlich dann, wenn das Revier aus zahlreichen kleinen Wirtschaftsganzen besteht, sehr umständlich ist.

Bei Voraussetzung größerer Selbständigkeit entscheidet für die Bildung der Verwaltungsbezirke namentlich die Größe des Waldbesitzes. Oft wird hier schon für eine etwas kleinere Waldfläche ein eigener, aber geringer besoldeter Verwaltungsbeamter aufgestellt, oder umgekehrt diesem ein entschieden zu großer Bezirk übertragen, weil er für zwei Verwaltungsbeamte doch zu klein wäre, in letzterem Fall hilft man sich alsdann durch Anwendung des Revierförstersystems.

Durch die Gemeindewaldungen wird die Größe der Dienstbezirke der forstlichen Inspektionsbeamten insofern beeinflußt, als diese, wenn sie auch den Gemeindewaldungen ihre Tätigkeit zuzuwenden haben, nur eine kleinere Staatswaldfläche beaufsichtigen können als außerdem.

Für die Bildung der Bezirke der Betriebsbeamten gelten auch hier die oben in S. 604 entwickelten Grundsätze, im allgemeinen besteht bei den Gemeinden das Bestreben, auch in dieser Hinsicht möglichst sparsam zu wirtschaften und daher den einzelnen Beamten möglichst große Bezirke zu überweisen.

§ 48. Die Forstbeamten, denen die Verwaltung der Gemeindeforsten übertragen ist, sind ebenfalls Staatsbeamte, und zwar teils mittelbare, teils unmittelbare. Nach dieser in manchen Bundesstaaten (z. B. Württemberg und Baden) unbekannten Teilung erhalten die unmittelbaren Beamten ihr Amt direkt und allein vom Monarchen oder einer von ihm hiezu ermächtigten Behörde übertragen, während die mittelbaren Staatsbeamten im Dienste einer Körperschaft des öffentlichen Rechts stehen, denen der Staat die Erfüllung gewisser Aufgaben in ihrem Kreise unter seiner allgemeinen Aufsicht als selbständige Tätigkeit überlassen hat.

Beim System der vollen Beförsterung verwalten die betr. Beamten allerdings Gemeindevermögen, allein sie sind vom Staat zur Wahrnehmung seines Interesses von staatlichen Behörden aufgestellt und üben daher zugleich staatliche Hoheitsrechte. Sie zählen deshalb zu den unmittelbaren Staatsbeamten, für deren Stellung das oben in S. 606 Gesagte gilt.

Aber auch bei den übrigen Systemen liegt noch kein rein privatrechtlich zu beurteilendes Verhältnis vor. Die Gemeindeforstbeamten ersetzen hier den staatlichen Regierungsapparat und üben wenigstens in gewissen Beziehungen staatliche Funktionen aus, indem sie das rechtlich geschützte Interesse, welches der Staat an der Erhaltung der Gemeindeforsten hat, vertreten. Aus diesem Grund greift auch der Staat bei der Organisation des Forstdienstes in das Selbstverwaltungsrecht der Gemeinden ein, indem er bestimmte Bedingungen für die Qualifikation zum Gemeindeforstbeamten vorschreibt.

Diese Gemeindeforstbeamten gehören daher zu den mittelbaren Staatsbeamten.

§ 49. Die Begründung des Dienstverhältnisses erfolgt durch den Abschluß des Dienstvertrages und soweit erforderlich durch dessen Genehmigung von der zuständigen Behörde.

Auch hier wird von den im Hauptamte tätigen Beamten bei Antritt des Dienstes ein Eid abgelegt, dieser findet sich bei den Gemeindeforstbeamten in doppelter Form. Er kann sich nämlich entweder auf die gewissenhafte Erfüllung der Dienstespflichten

beziehen und wird dann vor der vorgesetzten Behörde (Bürgermeister) geleistet, oder er betrifft die Vereidigung auf das Forstdiebstahlsgesetz; zur Abnahme dieses letzteren wenigstens von allen Schutzbediensteten zu leistenden Eides sind nur die ordentlichen Gerichte zuständig.

Die von den Gemeinden berufenen und dort im Hauptamte tätigen Forstbeamten sind teils lebenslänglich, teils nur vorübergehend angestellt. Die hiefür maßgebenden Gesetze sind örtlich verschieden und behandeln auch die einzelnen Beamtenkategorien nicht gleichmäßig.

Die Rechte und Pflichten der Kommunalforstbeamten entsprechen im wesentlichen jenen der Staatsforstbeamten, soweit sie nicht lediglich ein Ausfluß des Staatsdienerverhältnisses sind.

Hervorzuheben ist, daß auch die Gemeindeforstbeamten bei Ausübung ihres Dienstes durch gesetzliche Bestimmungen besonders geschützt sind (§§ 117, 118 und 119 d. RStrGB.). Das Verbot des Betriebes öffentlicher Gewerbe gilt für sie ebenfalls. Zur Aufrechthaltung der dienstlichen Ordnung steht sowohl den Staatsbehörden als auch dem Vorsitzenden des Gemeindevorstandes Disziplinargewalt über die Gemeindebeamten zu.

Die Beendigung des Dienstverhältnisses erfolgt durch: 1. den Tod des Beamten, 2. durch Verzicht, soweit nicht vertragsmäßige Bedingungen entgegenstehen, 3. als Straffolge bei richterlicher Verurteilung in gleicher Weise wie bei den Staatsbeamten, 4. durch ein entsprechendes Urteil eines Disziplinargerichtshofes, soweit ein solcher hier zuständig ist, 5. durch Erlöschen des Vertrages entweder nach Ablauf der vereinbarten Dienstzeit oder infolge einer in vertragsmäßiger Weise erfolgten Kündigung.

Von einem eigentlichen Beförderungssystem ist in der Gemeindeforstverwaltung keine Rede, da meist nur eine Kategorie von Verwaltungs- und Betriebsbeamten vorhanden ist.

§ 50. In jenen Gemeindeverwaltungen, in welchen der Staat Verwaltung und Schutz durch von ihm angestellte Beamte besorgen läßt, ist ihre Besoldung gerade so hoch, als wenn sie nur für Staatswaldungen angestellt wären. Die Gemeinden haben dann entweder den ganzen auf sie nach Verhältnis ihrer Waldfläche entfallenden Anteil an diesen Gehältern zu bezahlen oder nur einen sog. Besoldungsbeitrag nach verschiedenen Normen zu leisten. So ist z. B. in Württemberg da, wo der Staat die Betriebsführung in den Gemeindewaldungen übernommen hat, 80 Pfg. pro ha Waldfläche zu entrichten.

In den übrigen Gemeindewaldungen ist die Höhe der Besoldung in erster Linie maßgebend für die Güte der dort im Hauptberufe tätigen Beamten. Wird weniger gezahlt als im Staatsdienste, so bewerben sich entweder nur Anwärter für den Staatsdienst um die frei gewordenen Stellen, um hier rasch und vorübergehend ein Unterkommen zu finden, oder solche Personen, die keine Anwartschaft auf den Staatsdienst haben. Geringe Besoldung schränkt aber auch die Auswahl unter letzteren in einer dem Interesse der Gemeinden unzuträglichen Weise ein.

Die Gemeindeforstbeamten erhalten der Regel nach im Falle eintretender Dienstunfähigkeit Pensionen in ähnlicher Weise wie die Staatsbeamten, maßgebend ist hiefür die Gesetzgebung der einzelnen Bundesstaaten über die Verhältnisse der Gemeindebeamten, die mannigfache Verschiedenheiten aufweist.

Durch die Reichsversicherungsordnung von 1911 sind die Gemeindeforstbeamten ebenfalls gegen die Folgen der Arbeitsunfähigkeit durch Krankheit, Unfall und Invalidität mindestens nach den Bestimmungen dieses Gesetzes geschützt, wenn

ihnen aus ihrem Dienstverhältnis nicht ein weitergehender Rechtsanspruch an die Gemeinde zusteht (Krankenversicherung: §§ 165[2] und 169, bis zu einem Jahreseinkommen von 2500 Mk., Unfallversicherung: §§ 554 und 923, bis zu einem Jahreseinkommen von 5000 Mk., Invaliden- und Hinterbliebenenversicherung §§ 1226 und 1243, bis zu einem Jahreseinkommen von 2000 Mk. Näheres über diese Versicherungsordnung folgt unten auf S. 657 ff. Fürsorge für Betriebsunfälle in der Weise, wie durch Reichsgesetz von 1901 und die entsprechenden Landesgesetze für Staatsbeamte besteht, kann für Kommunalbeamte nur durch statutarische Bestimmung des Kommunalverbandes geschaffen werden. Hiervon ist aber bisher nur in wenigen Fällen Gebrauch gemacht worden.

C. Privatforstverwaltung.

I. Von den Dienstesstellen.

§ 51. Bei den Privatforsten wird die Organisation der Verwaltung in erster Linie durch die Ausdehnung des Besitzes bedingt, mit Rücksicht hierauf ergeben sich verschiedene Anwendungen und Kombinationen der bereits früher dargestellten Formen.

Im allgemeinen lassen sich folgende Gruppen bilden:

1. Kleinbesitz.

a) Der Besitzer leitet in den kleinsten Fällen die Bewirtschaftung nach den eigenen Anschauungen und Kenntnissen oder erhält doch nur gelegentlich den Rat und das Gutachten eines Sachverständigen. Der Schutz wird entweder vom Eigentümer oder durch gemeinschaftliche Waldhüter besorgt, bisweilen übernimmt der Staat den Forstschutz, z. B. in Hessen.

b) Bei etwas größerem Waldbesitz werden gewöhnlich Verwaltung und Schutz einem Beamten übertragen, der zwar forsttechnische Kenntnisse, aber nicht die Befähigung für den Staatsforstverwaltungsdienst besitzt. Unter Umständen kann es sich auch empfehlen, wegen der Betriebsleitung mit einem benachbarten Forstverwaltungsbeamten ein Uebereinkommen zu treffen und nur einen Schutzbeamten ohne technische Vorbildung (Forstwart) anzustellen.

2. Mittlerer Waldbesitz.

a) Der Betrieb wird von einem eigenen, technisch gebildeten Verwaltungsbeamten geleitet, für den Schutz sind einfache Waldaufseher bestellt.

b) Wenn der Wirtschaftsbeamte den Betrieb nicht mehr in allen Teilen anordnen und mit Hilfe von Forstwarten durchführen kann, dann wird es nötig, dadurch zum Revierförstersystem überzugehen, daß dem Wirtschaftsforstmeister nun besser vorgebildete Betriebsbeamte (Revierförster) und diesen allenfalls nach Bedarf noch Forstwarte oder Waldaufseher beigegeben werden.

3. Großbesitz.

a) Ein forsttechnischer Beamter hat die Oberleitung über den gesamten Forstbetrieb, ihm unterstehen für den Betrieb forsttechnisch vollständig ausgebildete Verwaltungsbeamte, sowie das erforderliche Schutz- und Hilfspersonal.

b) In den größten Privatwaldungen endlich findet sich eine vollständige Organisation des Forstdienstes mit Direktions-, Inspektions-, Verwaltungs- und Schutzstellen, welche sich von der Staatsforstverwaltung grundsätzlich gar nicht mehr unterscheidet.

Eine wesentliche Verbesserung hat die Bewirtschaftung und hiemit auch die Organisation der Verwaltung in den zum mittleren und teilweise auch noch zum

kleineren Besitz gehörigen Formen dadurch erfahren, daß bei den nun in ganz Deutschland eingeführten Landwirtschaftskammern in den meisten Staaten, namentlich in Preußen, Hessen und Baden besondere Forstabteilungen zur Beratung des Privat- und nach Bedarf auch des Gemeindewaldes eingerichtet worden sind, die die Prüfung der jährlichen Wirtschaftspläne, die Beaufsichtigung des Betriebes und die Durchführung der Forsteinrichtungsgeschäfte nach festen, sehr mäßig bemessenen Sätzen besorgen. Hiedurch gestaltet sich die Verwaltung nicht nur besser, sondern vor allem auch erheblich billiger als es bisher möglich war. Für den Zwergbesitz vermögen auch die Landwirtschaftskammern wenig zu leisten.

§ 52. Charakteristisch bleibt für die Privatforstverwaltung wohl ausnahmslos die Stellung, welche die leitenden Forstbeamten zu den übrigen Organen der Güter- und Vermögensverwaltung einnehmen. Die Oberleitung über diese ist, soweit der Besitzer sie nicht selbst führt, gewöhnlich entweder einem einzelnen Beamten, meist einem Kameralisten oder Juristen, übertragen, oder wird von einem Kollegium geführt, an dessen Spitze fast stets ein Nichtforstmann steht. Da aus diesem Verhältnis für die Forstbeamten viele Unannehmlichkeiten entspringen, so ist ihr Streben darauf gerichtet, gegenüber der Güterdirektion eine möglichst selbständige und unabhängige Stellung einzunehmen.

Als weitere Eigentümlichkeit der Privatforstverwaltung ist noch hervorzuheben, daß sich hier das eigentliche Oberförstersystem, wie im Staatsdienst, sehr selten findet, sondern meist das Revierförstersystem, weil es billigere und gefügigere Beamten liefert.

Die Privatforstbeamten müssen sich ferner wohl überall auch in sehr bedeutendem Umfang an der Jagdausübung beteiligen und spielen dann bei den größeren Jagden häufig eine Rolle, welche sehr an den Jagdbedienten früherer Zeiten erinnert!

Bezüglich der übrigen Zweige der Forstverwaltung ist zu bemerken, daß die Forstpolizei in den Privatwaldungen durch die staatlichen Organe, entweder Forstverwaltungsbeamte oder eigene Forstpolizeibeamte, ausgeübt wird. Im Großh. Hessen sind in 5 „provisorischen" Forstämtern Privatforstbeamte durch Delegation als Forstpolizeibeamte für Gemeinde- und Privatwaldungen tätig.

Die Privatwaldbesitzer können im Strafprozeß auch als Angeklagte erscheinen.

Für die Bildung der Dienstbezirke kommen hier die in dieser Hinsicht bereits früher sowohl bei der Staatsforstverwaltung als namentlich auch bei der Gemeindeforstverwaltung angegebenen Momente in Betracht. Die Größe des Besitzes überhaupt, sowie die Rücksichten auf die Kosten fallen hier besonders ins Gewicht.

2. Von den Dienstesorganen.

§ 53. Die Privatforstbeamten stehen wie die übrigen Privatbeamten zu der privaten wirtschaftlichen „Unternehmung", der sie ihre Dienste widmen, in einem ähnlichen Verhältnis wie die öffentlichen Berufsbeamten zum Staate oder den öffentlich-rechtlichen Körperschaften. Sie müssen ebenfalls innerhalb eines bestimmten Wirkungskreises ihre ganze Kraft für das Gedeihen der „Unternehmung" einsetzen und unterscheiden sich hiedurch von den übrigen Lohnarbeitern, deren Pflichtgrenze über die Erfüllung des täglichen Arbeitspensums nicht hinausgeht.

Die Privatforstbeamten sind lediglich die Vertreter von Vermögensinteressen und nehmen daher eine rein privatrechtliche, durch den jeweiligen Dienstvertrag bestimmte Stellung ein. Ausnahmen hievon finden statt bei den Forstschutzbeamten, welche,

wenn sie gerichtlich auf das Forstdiebstahlsgesetz beeidigt sind, bei Ausübung des ihnen übertragenen Forstschutzes den Charakter im Dienst des Staates stehender öffentlicher Beamten haben. Ebenso werden Privatforstbeamte, denen die Handhabung der Forstpolizei übertragen ist, hierdurch zu mittelbaren Staatsbeamten.

Die Rechte und Pflichten, ebenso die Besoldungsbezüge, Stabilität und Pensionsansprüche der Privatbeamten richten sich lediglich nach dem Dienstvertrag und nach den Grundsätzen des gemeinen Rechts. Erwünscht wäre ein angemessener Schutz der Titel, wie er z. Z. wenigstens für die höheren Forstbeamten nur im Königreich Sachsen besteht.

Mit Rücksicht auf die in der Forstwirtschaft obwaltenden besonderen Verhältnisse genießen die Privatforstbeamten bei Ausübung ihres Dienstes, ebenso auch der Waldeigentümer selbst den Schutz der §§ 117—119 des R. Str.G.B.

Für die Beschaffenheit des Personals ist im Privatforstdienst ganz besonders die Höhe der Besoldung maßgebend. Wenn diese auch während der Aktivität, wenigstens auf den größeren Besitzungen, nicht ungünstig zu sein pflegt, so ist es doch im allgemeinen mit der Stabilität und den Pensionsansprüchen, wenigstens für die mittleren und unteren Beamten, schlecht bestellt. Es werden deshalb die Verwaltungsstellen im Privatdienst häufig nur als Durchgangsposten von Anwärtern des Staatsforstverwaltungsdienstes übernommen. Die Verhältnisse der Privatforstbeamten haben ebenso wie jene der übrigen Beamten durch die neue sozialpolitische Gesetzgebung eine wesentliche Besserung erfahren.

Es kommen hiebei in Betracht: die Reichsversicherungsordnung v. J. 1911 und das Versicherungsgesetz für Angestellte ebenfalls v. J. 1911.

Durch ersteres wird gewährt:

a. Krankenversicherung für Beamte bis zu einem Jahresarbeitsverdienst von 2500 Mk. (§§ 165[2] und 417—434 falls der Arbeitgeber nicht die Genehmigung besitzt, alle Unterstützungen aus eigenen Mitteln zu decken).

b. Unfallversicherung für Beamte bis zu einem Jahresarbeitsverdienst von 5000 Mk. (§§ 915—926).

c. Invaliden- und Hinterbliebenenversicherung für Beamte bis zu einem Jahresarbeitsverdienst von 2000 Mk. § 1226[2].

Ueber die näheren Verhältnisse dieser Versicherungen folgt weiter unten S. 657 ff. näheres. Für die Privatforstbeamten ist ferner von besonderer Bedeutung das Versicherungsgesetz für Angestellte. Dieses gilt für alle Privatbeamte, also auch für jene mit weniger als 2000 Mk. Gehalt. Letztere genießen demnach die Vorteile einer Doppelversicherung, weil die Versorgung, welche die allgemeine Reichsversicherung bietet, in keinem richtigen Verhältnis steht zu dem Bildungsgange, den Lebensverhältnissen und der ganzen sozialen Stellung der Mehrheit dieser Angestellten.

Ob ein Angestellter als Betriebsbeamter zu betrachten ist, hängt nach § 1[2] davon ab, daß sie nicht mit niederen oder lediglich mechanischen Dienstleistungen beschäftigt werden.

Diese Fürsorge umfaßt alle Angestellten, die gegen Entgelt im Jahresbetrage von nicht mehr als 5000 Mk. beschäftigt werden, das 16. Lebensjahr vollendet haben und vor vollendetem 60. Lebensjahr in eine versicherungspflichtige Beschäftigung eingetreten sind. Gegenstand der Versicherung sind Ruhegeld und Hinterbliebenenrente. Voraussetzung für die Gewährung von Ruhegeld ist, daß der Versicherte das Alter von 65 Jahren vollendet hat oder durch körperliche Gebrechen oder wegen Schwäche seiner geistigen Kräfte zur Ausübung seines Berufs dauernd unfähig ist

oder daß seine Arbeitsfähigkeit auf weniger als die Hälfte derjenigen eines körperlich und geistig gesunden Versicherten von ähnlicher Ausbildung und gleichartiger Fähigkeiten herabgesunken ist (Berufsunfähigkeit). Neben dem Ruhegeld und den Hinterbliebenenrenten kann zur Abwendung der infolge einer Erkrankung drohenden Berufsunfähigkeit oder zur Wiederherstellung der Berufsfähigkeit ein Heilverfahren gewährt werden.

Die Wartezeit umfaßt für männliche Versicherte 120 Beitragsmonate. Das Ruhegeld beträgt nach Ablauf von 120 Beitragsmonaten ein Viertel der in dieser Zeit eingezahlten Beiträge und ein Achtel der übrigen Beiträge. Als Witwenrente werden zwei Fünftel des Ruhegeldes gewährt, das der Ernährer zur Zeit seines Todes bezog oder bei Berufsunfähigkeit bezogen hätte. Waisen erhalten je ein Fünftel, Doppelwaisen je ein Drittel der Witwenrente. Witwen- und Waisenrenten dürfen zusammen den Betrag des entsprechenden Ruhegehaltes nicht übersteigen.

Für die Höhe des Jahresarbeitsverdienstes und der Beiträge werden folgende Gehaltsklassen gebildet.

Klasse	Gehalt	monatl. Beitrag
A bis zu	550 Mk.	1,60 Mk.
B von mehr als	550— 850 ,,	3,20 ,,
C von mehr als	850—1150 ,,	4,80 ,,
D ,, ,, ,,	1150—1500 ,,	6,80 ,,
E ,, ,, ,,	1500—2000 ,,	9,60 ,,
F ,, ,, ,,	2000—2500 ,,	13,20 ,,
G ,, ,, ,,	2500—3000 ,,	16,60 ,,
H ,, ,, ,,	3000—4000 ,,	20,00 ,,
J ,, ,, ,,	4000—5000 ,,	26,60 ,,

Die Beiträge sind je zur Hälfte von den Arbeitgebern und von den Versicherten zu leisten. Der Nachweis der Zahlung erfolgt durch Marken und Quittungskarten wie bei der Invaliditätsversicherung.

Die Leistungen auf Grund dieses Gesetzes stellen sich wesentlich geringer als jene, die den Staats- und Gemeindebeamten der Regel nach gewährt werden. Während hier die Pensionen bis auf 75 % des Höchstgehaltes steigen, betragen sie nach der Angestelltenversicherung nur etwa 25—30 % hiervon. Höhere Leistungen waren aber ohne ganz unverhältnismäßige Steigerung der Beiträge, die lediglich von den Beamten und den Besitzern zu zahlen sind, nicht möglich. Unter diesen Umständen muß den Beamten dringend empfohlen werden, für den Fall der Arbeitsunfähigkeit und des Ablebens sich und ihren Angehörigen günstigere Verhältnisse durch ergänzende Benutzung privater Versicherungseinrichtungen zu schaffen.

D. Forstlicher Unterricht.

I. Ausbildung der Verwaltungsbeamten.

§ 54. Die Ausbildung der Forstverwaltungsbeamten umfaßt zwei Abschnitte: den theoretischen Unterricht und die Einführung in den praktischen Dienst. Ersterer wird an verschieden eingerichteten Anstalten erteilt, letzterer erfolgt während einer 2—3jährigen Lernzeit (Referendarzeit), während welcher die Anwärter die Vorschriften und Formen des Geschäftsbetriebes durch praktische Tätigkeit kennen lernen, ihren Gesichtskreis durch den Besuch verschiedenartiger Waldungen erweitern und durch Selbststudium ihre auf der Hochschule erworbene Kenntnisse ergänzen und ausgestalten sollen.

§ 55. In Deutschland und Oesterreich wird von den Anwärtern des Staatsforstverwaltungsdienstes als Vorbedingung das Reifezeugnis eines humanistischen oder Realgymnasiums oder einer Oberrealschule gefordert.

Daß das Realgymnasium als Vorbereitung für die forstliche Laufbahn dem humanistischen Gymnasium mindestens gleichwertig ist, wird von keiner Seite bestritten, während die lateinlosen Oberrealschulen weniger Sympathien finden.

Mit Rücksicht auf die Strapazen des forstlichen Berufes wird fast allenthalben entweder bei Beginn des Studiums oder bei der Anmeldung für den Dienst der Nachweis körperlicher Rüstigkeit gefordert.

Wegen des bereits früher (S. 611) erwähnten starken Andrangs zum forstlichen Beruf und der sich hieraus ergebenden üblen Folgen sowohl für den Dienst als auch für die Beamten ist nunmehr wenigstens in Deutschland allenthalben die Zulassung zum Staatsforstdienst beschränkt oder es sind wenigstens entsprechende Maßregeln für die nächste Zukunft in Aussicht genommen. Außerhalb Deutschlands, z. B. in Frankreich bestehen solche Anordnungen schon lange Zeit.

So berechtigt diese Maßregel ist, so schwierig wird die Auswahl, wenn trotz gewisser allgemeiner Anforderungen (gute Zensur in der Mathematik, körperliche Rüstigkeit, Nachweis eines entsprechenden Vermögens usw.) der Andrang noch immer zu stark ist.

Es besteht die Möglichkeit, entweder nach freier Würdigung aller Verhältnisse eine Auslese unter den Bewerbern zu treffen oder den Ausfall von Prüfungen als Maßstab für die Zulassung zu benutzen. Ersterer Weg bietet für die beteiligten Beamten große Schwierigkeiten und läßt den Vorwurf der Parteilichkeit niemals vermeiden. Gerechter und für den Staat noch vorteilhafter ist die Auswahl nach dem Ergebnis der Prüfungen, selbstverständlich können als solche nur Fachprüfungen, nicht die Reifeprüfungen der Mittelschulen dienen, wie es in Bayern längere Zeit der Fall war. Hiemit ist aber stets eine gewisse Härte verbunden, die umso empfindlicher trifft, je später die betreffende Prüfung stattfindet. Wer am Schlusse seines ganzen Ausbildungsganges zurückgewiesen wird, erleidet den unersetzlichen Verlust der besten Lebensjahre und der Kosten für das ganze Studium. Auch der Hinweis auf den Dienst bei Gemeinden und Privaten vermag über diesen Mißstand nicht hinwegzuhelfen, außerdem sollen doch diese Waldungen aus allgemeinen und politischen Erwägungen nicht auf Beamte ,,zweiten Ranges" angewiesen werden. Man sucht daher diese Schwierigkeiten dadurch zu vermeiden, daß der Ausfall von Zwischenprüfungen, die nach etwa zweijährigem Studium abgelegt werden, für die Zulassung entscheidend ist. Eine Zurückweisung ist dann um so unbedenklicher möglich, als die zurückgelegte Studienzeit meist mindestens teilweise auch beim Uebergang zu andern Fächern angerechnet wird. Die Zahl der Zugelassenen muß so hoch bemessen werden, daß beim ungünstigen Ausfall der späteren Prüfungen auch dann noch eine Ausscheidung ungeeigneter Elemente erfolgen und die Zulassung zur weiteren Vorbereitung für den Staatsdienst nicht als eine Anwartschaft auf sichere Versorgung gelten kann.

§ 56. In vielen Staaten beginnt die fachliche Ausbildung mit einer ½—1 Jahr dauernden praktischen Vorbereitungszeit, der Vorlehre, während welcher sich der junge Mann wenigstens die allgemeinsten Anschauungen von Wald und Wirtschaft, namentlich vom Hauungs- und Kulturbetrieb, verschaffen, sowie bezüglich der Beschwerden des gewählten Berufes orientieren soll.

Eine solche Vorlehre bietet manche nicht zu unterschätzende Vorteile, wenn sie nicht zu lange (d. h. 6—7 Monate während der Hauungs- und Kulturzeit) dauert,

nur auf geeigneten Oberförstereien, sowie, was noch wichtiger ist, unter der Leitung geeigneter Revierverwalter absolviert wird.

Die Vorlehre fehlt u. a. in: Bayern, Hessen und Württemberg; in Sachsen und Baden ist statt der Vorlehre eine praktische Beschäftigung in der Dauer von 4—6 Monaten während der Ferien vorgeschrieben.

§ 57. Das Fachstudium ist in den einzelnen Staaten ungemein verschiedenartig organisiert. Bevor die bestehenden Einrichtungen näher besprochen werden, erscheint es zweckmäßig, die leitenden Grundsätze zu erörtern, wobei an die Darstellung der geschichtlichen Entwickelung anzuknüpfen ist.

Um die Mitte des 19. Jahrhunderts wurde der forstliche Unterricht in Deutschland an sehr verschiedenartigen Anstalten erteilt:

1. an der Universität: für Hessen (Gießen),

2. am Polytechnikum: für Baden (Karlsruhe), Braunschweig (Braunschweig),

3. an isolierten Forstlehranstalten für Preußen (Neustadt-Eberswalde), Bayern (Aschaffenburg), Sachsen (Tharandt), Württemberg (Hohenheim), Thüringen (Eisenach), Kurhessen (Melsungen). Tharandt und Hohenheim waren außerdem gleichzeitig landwirtschaftliche Lehranstalten.

Die Ansichten über die zweckmäßigste Form der Bildungsstätten war schon damals geteilt, allein die isolierte Fachschule, welche im wesentlichen auf die Bedürfnisse des Revierverwalters (im damaligen Sinne!) zugeschnitten war, von unserem Standpunkt aus also als Mittelschule bezeichnet werden muß, war doch um 1850 weitaus herrschend.

Vereinzelte Stimmen hatten zwar schon vorher eine bessere Organisation gewünscht, z. B. Theodor Hartig, welcher bereits 1838 für die Vereinigung des forstlichen Unterrichts mit einer Hochschule eintrat, während Pfeil und v. Berg die isolierten Fachschulen verteidigten.

Allgemeiner und dringender wurde jedoch erst das Bedürfnis und der Wunsch nach Reformen, als um die Mitte des 19. Jahrhunderts die Anforderungen an die Leistungen und damit auch an die Kenntnisse der Forstbeamten rasch stiegen.

Dieses Ziel ließ sich auf zwei Wegen erreichen: Es war einerseits möglich, die Fachschulen so zu verbessern, daß sie wirkliche Hochschulen wurden, also zu Akademien emporstiegen, andererseits konnte auch die Verlegung des forstlichen Unterrichts an allgemeine Hochschulen (Universität, Polytechnikum, wohl auch die Vereinigung mit höheren landwirtschaftlichen Bildungsstätten) in Betracht gezogen werden, wofür u. a. namentlich auch finanzielle Gründe sprachen.

Die tatsächliche Entwickelung bewegte sich zunächst nach der ersterwähnten Richtung, während über die Frage: Akademien oder allgemeine Hochschulen eine literarische Fehde entstand, welche immer mehr an Heftigkeit und Ausdehnung gewann und schließlich in der Versammlung deutscher Forstmänner zu Freiburg 1874 sowie in der hiemit zusammenhängenden Literatur ihren Höhepunkt erreichte.

Die praktischen Folgen dieses Kampfes waren die Verlegung des forstlichen Unterrichts in Bayern an die Universität München 1878 (wenigstens teilweise), in Württemberg an die Universität Tübingen (1881) und in Oesterreich an die Hochschule für Bodenkultur in Wien (1875).

Aber auch in Preußen und Sachsen, wo die Akademien in verbesserter Form fortbestanden, wurden dem Prinzip des Universitätsunterrichts insofern Zugeständ-

nisse gemacht, als man inzwischen außer dem Studium an den Forstakademien wenigstens einen zweisemestrigen Besuch der Universitäs eingeführt hat.

§ 58. Bei der Beurteilung der Frage, ob die Ausbildung des Forstverwaltungsbeamten an besonderen Akademien oder an allgemeinen Hochschulen zu erfolgen habe, kommen heute, wo die Rücksicht auf die sozi ale Stellung des Forstbeamtenstandes hiebei nicht mehr in gleichem Maß ins Gewicht fällt wie früher, namentlich folgende Gesichtspunkte in Betracht:

Der Beruf des Forstmannes setzt sehr vielseitige Kenntnisse voraus: naturwissenschaftliche, mathematische, volkswirtschaftliche und rein forstliche. Es ist ungemein schwierig, eine einerseits gleichmäßige und andererseits doch den Bedürfnissen eines Forstbeamten entsprechende Ausbildung an der gleichen Bildungsstätte zu erreichen.

An den Universitäten und sonstigen Hochschulen sind im allgemeinen nur die staatswirtschaftlichen Fächer in einer den Verhältnissen des Forstmannes entsprechenden Weise vertreten, ungünstiger liegt die Sache für die naturwissenschaftlichen, mathematischen und juristischen Disziplinen, da diese sogen. Grund- und Hilfswissenschaften für den Forstmann nur bei Berücksichtigung seiner besonderen Bedürfnisse fruchtbar werden.

Wenn man von den landwirtschaftlichen Hochschulen absieht, so werden an den Universitäten (und technischen Hochschulen) die grundlegenden Vorlesungen über Naturwissenschaften und Rechtswissenschaft in einem solchen Umfang gehalten, daß hiedurch die für die eigentliche Fachbildung zur Verfügung stehende Zeit viel zu sehr beschränkt wird. Außerdem haben aber an allen diesen Anstalten die naturwissenschaftlichen Dozenten im speziellen Teil ihrer Disziplinen vorwiegend das Bedürfnis der Mehrzahl ihrer Zuhörer, an Universitäten namentlich der Mediziner, im Auge, während diesen gegenüber die Forstleute an größeren Universitäten stets verschwinden.

Eine Berücksichtigung der letzteren bei den allgemeinen Vorlesungen ist nur auf kleineren Universitäten (z. B. Gießen!) zu erreichen, wo sie einen verhältnismäßig großen Prozentsatz der Hörer ausmachen. Unter dieser Voraussetzung halten auch gelegentlich die Dozenten für allgemeine Naturwissenschaften besondere Vorlesungen für Forstleute (Tübingen und Gießen). Bei einigermaßen erheblicher Zuhörerzahl werden sich zwar an größeren Universitäten stets Dozenten finden, welche bereit sind, solche Vorträge zu halten, es fragt sich nur, wieweit sie in der Lage sind, den forstlichen Bedürfnissen Rechnung zu tragen? Am leichtesten und sichersten ist dieses hinsichtlich des Forstrechts und der Forstbotanik zu erreichen, um so mehr als bei letzterer einzelne Abschnitte noch durch die Dozenten des Waldbaues und Forstschutzes ergänzt werden können. Schwieriger ist die Aufgabe, geeignete Dozenten für Forstzoologie und forstliche Bodenkunde zu finden, da diese Vorlesungen eine besondere Vorbereitung erfordern und, um fruchtbar erteilt werden zu können, auch Kenntnisse der forstlichen Verhältnisse voraussetzen.

Eine eingehende Beschäftigung mit den einschlägigen Fragen, namentlich so weit, daß der betreffende Lehrer auch in der Lage ist, an der Weiterbildung dieser Teile der Forstwissenschaft selbständig mitarbeiten zu können, was doch im Interesse unseres Faches dringend gefordert werden muß, läßt sich nur bei dauernder Tätigkeit erwarten. Naturwissenschaftliche Dozenten, welche nur vorübergehend Vorlesungen für Forstleute halten, werden hiezu um so weniger geneigt sein, als sie durch derartige Arbeiten unter Umständen

(namentlich auf dem Gebiet der Zoologie) bei den herrschenden Strömungen ihre weiteren Berufungen geradezu gefährden.

Auch Forstleute werden bei der geringen Anzahl solcher Stellen und der Unsicherheit einer Berufung sich nur ganz ausnahmsweise derartigen Gebieten so weit widmen wollen, daß sie diese vom allgemein wissenschaftlichen Standpunkt aus auch wirklich beherrschen, erfahrungsgemäß trifft dieses fast ausschließlich nur für Botanik zu.

Unter diesen Umständen ist eine befriedigende Lösung nur durch Errichtung besonderer Lehrstühle für angewandte Naturwissenschaften (Forstbotanik, Forstzoologie, Bodenkunde und Meteorologie) möglich, wie sie in München bestehen.

Die Rücksichten auf den Kostenpunkt und die Zuhörerzahl ermöglichen jedoch solche Einrichtungen nur in größeren Staaten und selbst hier bloß an einzelnen Universitäten.

§ 59. Die Vorlesungen über die forstlichen Disziplinen können von den geeigneten Persönlichkeiten ebenso gut an einer Akademie wie an einer Universität oder einer sonstigen Hochschule gehalten werden.

Besondere Berücksichtigung erfordert aber der Anschauungs-Unterricht, welcher für den Forstmann eine ebenso unerläßliche Ergänzung der theoretischen Vorlesungen bildet, wie für den Mediziner der Besuch der Kliniken.

Der Anschauungs-Unterricht besteht nun teils aus kleineren Uebungen und Exkursionen, welche sich unmittelbar an die Vorlesungen und den Gang des forstlichen Betriebes anschließen, teils aus forstlichen Studienreisen, welche hauptsächlich den Zweck haben, den wirtschaftlichen Charakter größerer Waldgebiete im ganzen oder Formen der Wirtschaft und des Betriebes vorzuführen, welche sich nur an bestimmten Oertlichkeiten finden.

Während letztere bei den heutigen Verkehrsverhältnissen von jedem Ort aus ziemlich gleich gut gemacht werden können, kommen für die ersprießliche Angliederung des erstgenannten Teiles an die Vorlesungen besonders drei Umstände in Betracht:

1. Die unmittelbare Nähe eines verschiedenartige Verhältnisse umfassenden Waldgebietes, damit die als Ergänzung der Vorlesungen besonders wichtigen kleineren Exkursionen sowohl auf rein forstlichem Gebiet, als auch auf jenem der Forstzoologie, Forstbotanik sowie Vermessungskunde mit dem geringsten Zeitaufwand abgehalten werden können. 2. Die Anpassung des Betriebes in diesen Waldungen an die Bedürfnisse des Unterrichts, um mannigfache Formen des Betriebes und der Kulturen auch über den Rahmen des unmittelbaren Bedürfnisses der lokalen Verhältnisse hinaus vorzuführen. 3. Die Möglichkeit, die Geschäfte des laufenden Betriebes in umfassender Weise für Lehrzwecke verwerten und namentlich auch Demonstrationen ohne die immer mehr oder minder umständlichen, stets aber zeitraubenden und lästigen Verhandlungen mit dem Revierverwalter machen zu können.

Das Bedürfnis dieses praktischen Unterrichts ist ein so dringendes, daß man außerhalb Deutschlands da, wo in der Nähe der Unterrichtsanstalten geeignete Waldungen fehlen, den Unterricht Monate lang in den Wald verlegt (Frankreich, Rußland, Schweden, Amerika). Näheres hierüber findet sich unten bei Besprechung der Einrichtungen in den verschiedenen Ländern.

Hinsichtlich des Demonstrationsunterrichts, soweit dieser als unmittelbare Ergänzung der Vorlesungen dient, sind die deutschen Forstakademien infolge der bei ihnen bestehenden Einrichtung der Lehrreviere den Universitäten unbedingt überlegen und hierin liegt das einzige, aber auch das schwer-

wiegendste Argument für ihre Erhaltung trotz ihrer unleugbaren, erheblichen Schattenseiten.

An den Universitäten sucht man durch Einrichtung größerer Forstgärten und Nutzbarmachung der Arbeiten des Versuchswesens, welche beide eben den Vorteil besitzen, den Dozenten vom Revierverwalter unabhängig zu machen, den vorhandenen Mißständen abzuhelfen, ohne jedoch auf diesem Wege jene Vielseitigkeit und die größeren Verhältnisse erreichen zu können, welche in den Lehrrevieren der Akademien geboten werden.

Als Nachteil der Einrichtung der Lehrreviere ist die Ueberlastung ihrer Verwalter mit rein formellen und mechanischen Geschäften hervorzuheben. Diese Schattenseite läßt sich jedoch leicht dadurch beseitigen, daß man diese Lehrreviere, soweit ihre Verwalter gleichzeitig Dozenten sind, verkleinert, ihnen tüchtige Assistenten beigibt, welche die Verwaltungsgeschäfte unter eigener Verantwortlichkeit besorgen, und ihnen auch die Feststellung der jährlichen Betriebspläne selbständig überläßt. Ein anderer, ähnlicher Ausweg besteht darin, daß man wenigstens dem Lehrer der Produktionsfächer die Stellung eines Inspektionsbeamten mit dem Rechte weitgehender Einwirkung auf den Betrieb einräumt. Auch die übrigen Dozenten müssen wenigstens eine gewisse Bewegungsfreiheit in den Lehrrevieren haben und nicht für jede Kleinigkeit, z. B. Bestellung von Arbeitern für eine Exkursion, auf den förmlichen Verkehr mit der Revierverwaltung angewiesen sein, da sonst die Einrichtung der Lehrreviere für sie jeden Wert verliert.

§ 60. Bei Erörterung der Frage über die zweckmäßigste Organisation des forstlichen Unterrichts ist weiter noch folgendes zu berücksichtigen:

1. Auf den Universitäten wird die allgemeine Bildung der Studierenden durch Hören von Vorlesungen, welche außerhalb des engsten Rahmens des eigentlichen fachlichen Bildungsganges liegen, sowie durch den Umgang mit Studierenden anderer Berufszweige gefördert. Die ganze Methode des Studiums ist eine wissenschaftlichere, nicht vorwiegend auf die Bedürfnisse des Examens zugeschnitten. Auf den Universitäten werden daher wertvolle Anregungen für eigene wissenschaftliche Tätigkeit und ein weiterer Gesichtskreis erworben. Letzterer Umstand ist namentlich für die künftigen Verwaltungsbeamten von Bedeutung.

Der Besuch der Universität unter derartigen organischen Einrichtungen, daß für den großen Durchschnitt der Studierenden ein wirklicher Gewinn hieraus entsteht, muß unter den heutigen Verhältnissen in Deutschland für die Ausbildung des Forstverwaltungsbeamten als unentbehrlich bezeichnet werden.

2. Mit dem Begriff der Akademie ist historisch und tatsächlich, aber nicht notwendigerweise (Tharandt!) das Direktorialsystem verbunden, eine bürokratische Organisation, die alle Rechte hinsichtlich des Unterrichts und der Verwaltung in die Hände des Vorstandes legt. Die Verteilung des Unterrichtsstoffes, die Einrichtung des Unterrichts, die Disziplin gegenüber den Professoren und Hörern sowie die Verwaltung liegen ausschließlich in seinen Händen, den Professoren steht höchstens das Recht der Begutachtung und Beratung, niemals aber jenes der Entscheidung zu.

Wenn auch das Direktorialsystem im Laufe der Zeit vieles von seiner ursprünglichen Schroffheit in der Praxis verloren hat, so ist eine grundlegende organisatorische Aenderung mit Ausnahme von Sachsen bis jetzt noch nicht erfolgt, und es hängt lediglich vom Belieben und der Persönlichkeit des Direktors ab, welchen Einfluß und wieviel Rechte er den Professoren einräumen will.

Der Direktor versucht wohl heutzutage kaum mehr eine unmittelbare Einmischung in die eigentliche Lehrtätigkeit, allein schon die Verhandlungen über die Bewilligung von Geld für Anschaffungen an Lehrmitteln geben Veranlassung zu oft unerfreulichen Erörterungen und zu indirekter Beeinflussung. Die Anwesenheit des Direktors bei Exkursionen anderer Dozenten ist auch gelegentlich zu einer recht unangenehmen Kontrolle oder zu unpassenden Einmischungen in die Vorträge der Kollegen mißbraucht worden.

Diese Verhältnisse sind nach der heutigen Auffassung mit dem Wesen einer Hochschule unvereinbar. Wenn auch der Fortbestand von Akademien und isolierten Hochschulen für verschiedene Fächer aus manchen Rücksichten notwendig oder wünschenswert sein mag, so wird doch überall die Beseitigung des Direktorialsystems und die Einführung der kollegialen Rektoratsverfassung gefordert. Andererseits würde das ungeheure Wachstum großer Universitäten, z. B. Berlin, schon aus rein räumlichen Rücksichten eine Angliederung der Forstakademie nur unter Voraussetzungen gestatten, die für den eigentlichen Betrieb des Unterrichts einer Akademie mit Rektoratsverfassung sehr nahe stünden.

Sollen die Akademien als solche fortbestehen, so erscheint dies nur bei möglichster Annäherung an das Prinzip der allgemeinen Hochschulen zulässig, insbesondere ist vom Standpunkt der Professoren zu verlangen: a) Einführung der Rektoratsverfassung mit voller Lehrfreiheit und gleichmäßiger Verteilung des Lehrgebietes, b) den übrigen Hochschulen entsprechende Rang- und Gehaltsverhältnisse, c) Befreiung jener Professoren, welche gleichzeitig Revierverwalter sind, einerseits von den rein mechanischen und formellen Geschäften, andererseits von der Kontrolle der Inspektionsbeamten hinsichtlich des technischen Betriebes.

Nur unter diesen Voraussetzungen wird es möglich sein, tüchtige Persönlichkeiten dauernd für die Uebernahme der Dozentenstellen, namentlich auch für die naturwissenschaftlichen Disziplinen an den Akademien zu gewinnen.

Die Verlegung des forstwirtschaftlichen Unterrichts an die landwirtschaftlichen Hochschulen kann trotz der vielen Beziehungen zwischen Land- und Forstwirtschaft und der großen Aehnlichkeit des Bildungsganges wegen der wesentlichen Verschiedenheit in der Beschaffenheit der Zuhörer und der von diesen verfolgten Ziele nicht befürwortet werden.

Aus den bisherigen Ausführungen ergibt sich, daß es sehr schwierig, ja fast unmöglich ist, die verschiedenen Wünsche und Ansprüche an einer Art von Bildungsstätten gleichmäßig zu befriedigen.

Man hat deshalb schon den Vorschlag gemacht, das Studium in der Weise zu teilen, daß zuerst auf der Universität die allgemeinen naturwissenschaftlichen, ferner die staatswissenschaftlichen und juristischen Kollegien gehört werden sollen, worauf nach einem „Vorexamen" über diese Abschnitte das Fachstudium an der Akademie folgen würde, wo auch die angewandten Naturwissenschaften ihre Stätte zu finden hätten.

Diese Lösung bietet namentlich den Vorzug einer wirklich organischen Einfügung des Universitätsunterrichtes in den Bildungsgang, während die Verlegung des Universitätsbesuchs an den Schluß der theoretischen Ausbildung keinen wesentlichen Fortschritt gegen das bisherige System bedeutet. Nationalökonomie muß dann doch mit Rücksichten auf die übrigen Fächer, namentlich auf Forstpolitik und Forsteinrichtung, an der Akademie vorgetragen werden, ebenso wird hier aus praktischen Erwägungen Forstrecht vorgetragen, da Vorlesungen hierüber nicht ohne weiteres an jeder Universität gehalten werden. Es fehlt demnach eine organische Ein-

fügung des Universitätsbesuches in den Unterrichtsgang durch systematische Teilung des Lehrstoffes zwischen Akademie und Universität. Der Universitätsbesuch wird bei dieser Einrichtung nur von einer strebsamen Minderheit erfolgreich zur Weiterbildung ausgenutzt, ist aber für die große Mehrzahl ohne praktische Bedeutung.

Die heutige Organisation des forstlichen Unterrichts ist außer durch die allgemeinen Gesichtspunkte noch in erheblichem Maß durch praktische Erwägungen, wie Größe des Landes, örtliche Verhältnisse, politische Rücksichten sowie durch die geschichtliche Entwicklung bedingt.

Die Zukunft des höheren forstlichen Unterrichts, in Deutschland wenigstens, liegt in der Vereinigung mit der Universität!

Zugunsten der Akademie spricht lediglich die Möglichkeit einer besseren und bequemeren Einrichtung des Anschauungsunterrichtes, während alle anderen Gründe für die Universität in die Wagschale fallen.

§ 61. Die heute in den wichtigsten Staaten bestehende Einrichtung des höheren forstlichen Unterrichts ist folgende:

a) Forstliche Hochschulen.

1. Deutschland.

α) Preußen: Siebenmonatliche Vorlehre, sechs Semester Studium an einer der beiden Akademien Eberswalde und Münden, zwei Semester Universität nach dem Referendarexamen, letztere für rechts- und staatswissenschaftliche Vorlesungen.

In Eberswalde sind neben dem Direktor 11, in Münden 10 Professoren und Dozenten tätig, in Eberswalde stehen 4, in Münden 3 Lehrreviere zur Verfügung. V. v. 8. III. 08.

β) Bayern: Der akademische forstliche Unterricht wird an der Universität München erteilt, in welcher einschließlich der Dozenten für die angewandten Naturwissenschaften 6 forstliche Professoren wirken. Anwärter des Forstverwaltungsdienstes müssen ein mindestens einjähriges Fachstudium nachweisen und sowohl die Zwischenprüfung als die theoretische Schlußprüfung an der Universität München ablegen V. v. 14. IX. 10.

γ) In Württemberg bildet die Forstwissenschaft einen Teil des Gebietes der staatswissenschaftlichen Fakultät der Universität Tübingen. Plangemäß wird dort die Forstwissenschaft von zwei ordentlichen und einem außerordentlichen Professor vorgetragen. Eine bestimmte Studienzeit ist für die Aspiranten des Staatsforstdienstes ebensowenig vorgeschrieben wie ein bestimmter Studienort. Durchschnittlich beträgt erstere 7—8 Semester (V. v. 20. X. 82).

δ) Sachsen: Der forstliche Unterricht wird an der Akademie Tharandt erteilt und umfaßt 6 Semester. Als Lehrer sind z. Z. 10 ordentliche Professoren und 3 Dozenten tätig. Die sächsischen Staatsdienstanwärter müssen beim Eintritt neben Erfüllung der übrigen Vorbedingungen noch das Zeugnis über ein zweisemestriges Studium an einer deutschen Universität beibringen, in welchem der Besuch der Vorlesungen über Volkswirtschaftslehre, Finanzwissenschaft, allgemeines Verwaltungs- und Verfassungsrecht als obligatorische Fächer sowie einiger naturwissenschaftlicher und mathematischer Vorlesungen bescheinigt sein muß (V. v. 20. III. 05).

ε) Baden: Hier wird der forstliche Unterricht an der einen integrierenden Bestandteil des Polytechnikums zu Karlsruhe bildenden Forstschule z. Z. von 3 ordentlichen Professoren erteilt, einer der Professoren ist gleichzeitig Forstrat und Inspektionsbeamter, sie wechseln in der Vorstandschaft der Forstschule ab. Die

Studienzeit beträgt 4 Jahre, welche an einer technischen Hochschule, Universität oder Akademie verbracht werden können (V. v. 14. III. 79).

ζ) Hessen hat zuerst von allen deutschen Staaten bereits 1831 den forstlichen Unterricht an eine Universität, und zwar nach Gießen verlegt, wo Forstwissenschaft gegenwärtig von zwei ordentlichen Professoren gelehrt wird. Die Dauer der Studienzeit beträgt drei Jahre an einer Universität, technischen Hochschule oder Akademie (V. v. 31. VII. 79).

η) Für das Großherzogtum Sachsen besteht eine Forstakademie zu Eisenach mindestens mit zweijährigem Kursus, neben dem Direktor sind zwei forstliche Dozenten sowie zwei Dozenten für Naturwissenschaften und je einer für Mathematik und Rechtskunde tätig (vgl. auch unten S. 634).

Die Zahl der höheren forstlichen Bildungsstätten Deutschlands ist für den Bedarf an Anwärtern für den Staatsforstverwaltungsdienst und für jene Stellen im Gemeinde- und Privatforstdienst, die eine gleiche Ausbildung beanspruchen, zu groß. Schon seit mehr als 50 Jahren, namentlich auch in neuerer Zeit ist deshalb die Frage der Aufhebung oder Zusammenlegung von Anstalten (eine Bildungsstätte für Preußen, eine gemeinschaftliche Anstalt für Südwestdeutschland oder wenigstens für Württemberg und Baden etc.) wiederholt und eingehend erwogen worden. Die Aussichten für eine Verwirklichung derartiger Vorschläge sind jedoch aus politischen, persönlichen und geschichtlichen Gründen gering. Die Folgen dieses Ueberflusses machen sich bei Abnahme der Zahl der Anwärter für den Staatsdienst dadurch fühlbar, daß an manchen Anstalten ein unerwünscht großer Prozentsatz an Studierenden mit geringerer Vorbildung und niedriger gesteckten Zielen zugelassen wird, was in pädagogischer Hinsicht und im Interesse des Niveaus des Unterrichts unerwünscht erscheint. Da solche Studierende in ihrer Ausbildung und Leistungen hinter dem normalen Durchschnitt zurückstehen, so schädigen sie späterhin bei Waldbesitzern, die mit diesen Verhältnissen nicht genau vertraut sind, den Ruf ihrer Bildungsstätte, was z. B. längere Zeit in den Ostseeprovinzen der Fall war.

§ 62. Außerhalb Deutschlands sind die entsprechenden Verhältnisse in Kürze folgende:

In Belgien wird der forstliche Unterricht an den landwirtschaftlichen Instituten zu Gembloux und Löwen erteilt; ersteres ist staatlich, letzteres gehört zur dortigen katholischen Universität. Studiendauer vier Jahre, von denen die ersten drei gemeinsam mit den Landwirten sind. Nach Absolvierung dieses Teiles können die Studierenden das Diplom als: Ingenieur agricole erhalten, das 4. Jahr ist ausschließlich dem Studium der Forstwissenschaft gewidmet und können die Studierenden das Diplom als: Ingenieur forestier erwerben. Zum Examen für den Staatsdienst werden die Studierenden beider Institute, welche sowohl das Diplom als Ingenieur agricole wie auch jenes als Ingenieur forestier besitzen, gemeinsam zugelassen. Nach bestandenem Examen werden die Kandidaten zu Gardes généraux adjoints des Eaux et Forêts ernannt.

Canada. An der Universität Toronto wird forstlicher Unterricht in einem vierjährigen Kurse, wie unten für die Vereinigten Staaten angegeben, erteilt.

Dänemark hat bereits seit 1786 forstlichen Unterricht. Seit 1832 wird dieser in Kopenhagen erteilt, und zwar seit 1863 an der dortigen landwirtschaftlichen Hochschule, wo zwei besondere Lehrstühle für Forstwissenschaft bestehen. Der forstliche Lehrplan umfaßt sieben Semester, wovon drei auf die Grundwissenschaften entfallen. Dem Fachstudium geht eine einjährige Vorlehre voraus.

Für Finnland wird der höhere forstliche Unterricht an der Universität

Helsingfors (agrikultur-ökonomische Sektion der philosophischen Fakultät) erteilt. Studiendauer 3—4 Jahre, wovon das erste dem vorbereitenden Unterrichte in: Botanik, Chemie, Mineralogie und Geologie, Meteorologie und Mathematik an der physikalisch-mathematischen Sektion gewidmet ist. Während zweier Sommer finden je 4—5 Monate dauernde praktische Uebungen, den einen Sommer im Lehrrevier nördlich von Tammerfoß, den anderen auf verschiedenen Staatsrevieren statt.

Frankreich. Die Ausbildung für den Forstverwaltungsdienst (jedoch nicht für sämtliche Revierverwalter, s. u. S. 634) erfolgt an der École nationale des Eaux et Forêts in Nancy, für den Eintritt in dieses Institut ist das Abgangszeugnis des Institut agronomique in Paris (Dekret v. 2. VII. 94) mit guter Zensur in der Mathematik sowie der Nachweis der Kenntnis der deutschen oder englischen Sprache durch ein besonderes Examen erforderlich. Es können auch Anwärter mit dem Abgangszeugnis des École nationale polytechnique zugelassen werden, jedoch jährlich nicht mehr als 2. Der Unterrichtskursus ist zweijährig. Das Lehrpersonal besteht einschließlich des Directeur und Sousdirecteur aus 4 Professoren, 5 Dozenten und einem Inspecteur des Études.

Vor dem Eintritt in die Forstschule müssen sich die Anwärter zu einer vierjährigen Militärzeit verpflichten. Hievon werden gedient: 1 Jahr als Gemeiner vor dem Besuch der Akademie, 2 Jahre an dieser selbst und 1 Jahr nach dem Abgang als Sous-Lieutenant. Während der Studienzeit in Nancy werden die Studierenden als unter der Fahne stehend betrachtet, machen hier militärische Uebungen und erhalten kriegswissenschaftlichen Unterricht (etwa 100 Lektionen, jede zu 1 ½ Stunden). Nach Absolvierung der Forstschule werden sie zu Reserve-Offizieren ernannt und dienen als solche das vierte Dienstjahr bei einer aktiven Truppe. Die Zahl der jährlich zum Studium zugelassenen Zöglinge ist durch Verordnung vom 1905 auf höchstens 20 festgesetzt, da man von dem Grundsatz ausgeht, daß, wer einmal zum Staatsdienst zugelassen wird, auch von Anfang an angemessen versorgt werden muß, wenn er nicht durch eigene Schuld seine Ansprüche verwirkt. Bei Bemessung der Anzahl der Zuhörer kommt auch noch die Rücksicht auf die Zöglinge der „École secondaire“ in Barres (s. u. S. 634) in Betracht.

Großbritannien. Der höhere forstliche Unterricht wird hier erteilt an den Universitäten Edinburgh, Oxford, Cambridge, Bangor und dem Durham College in Newcastle. An den drei erstgenannten Anstalten findet auch die Ausbildung der Anwärter für den indischen Forstdienst (jährlich 6—8) in einem zweijährigen Lehrgang statt, an den sich noch eine praktische Schulung in Großbritannien und im Ausland, namentlich in Deutschland, anschließt. Ein weiterer Ausbau des forstlichen Unterrichts durch Vermehrung der Lehrkräfte an den vorhandenen Anstalten und Einrichtung von Lehr- und Versuchsrevieren wird gegenwärtig geplant. In Edinburg und Bangor kann nach dreijährigem Studium der Grad eines „Bachelor of science in forestry“ erworben werden. Forstliche Vorlesungen werden außerdem noch gehalten an der Universität Aberdeen und dem Agriculture College in Cirencester.

Holland besitzt eine Hochschule für Bodenkultur (Rijks hoogere land-tuin- en boschbouwschool) in Wageningen, an der sowohl die Anwärter für den Forstdienst in Holland selbst als auch in den Kolonien ausgebildet werden. Erstere machen vor dem Eintritt eine einjährige Vorlehre durch, welche bei letzteren nicht verlangt wird, dafür müssen sie zwei Sprachen des Kolonialgebietes lernen, außerdem verbringen sie zwischen dem vierten und fünften Semester drei Monate auf einer ausländischen Gebirgsoberförsterei. Die Studienzeit umfaßt z. Z. sechs

Semester. Hieran schließt sich bei den Anwärtern des Kolonialdienstes noch ein Semester Spezialstudium für ihre künftige Tätigkeit und eine 9monatliche Beschäftigung bei der sächsischen Forsteinrichtungsanstalt.

In Japan besteht seit 1890 eine land- und forstwirtschaftliche Fakultät (No-kwa-daigakko) an der Universität Tokio mit dem Sitz in Komaba, 5 km von Tokio, der 1907 eine zweite an der Universität zu Tohuku (im Nordosten) gefolgt ist.

Zum Eintritt in den ersten Kurs ist die Maturitas einer höheren Schule erforderlich, das Vorrücken in die höheren Kurse erfolgt alljährlich auf Grund eines Examens nach Maßgabe der verfügbaren Stellen. Das forstliche Studium dauert drei Jahre.

Wer alle Examina bestanden hat und am Schluß seines Studiums dem Professorenkollegium eine von diesen angenommene Abhandlung einreicht, darf den Titel „Rin-Gakushi“ (gelernter Forstmann) führen. Nach weiterem fünfjährigem Studium als Mitglied der „University Hall“ und Ablegung des vorschriftsmäßigen Examens kann vom Unterrichtsminister der Titel „Ringaku-hakushi“ „gelehrter Forstmann“ verliehen werden. Die Verleihung dieses Titels kann auch auf Grund der Vorlage einer wissenschaftlichen Abhandlung von entsprechendem Werte oder auf Vorschlag des „Hakushi“-Kollegiums wegen hoher wissenschaftlicher Leistungen erfolgen.

Die Zahl der forstlichen Dozenten beträgt in Tohuku 8, in Komaba 6.

Italien. Nach dem Gesetz von 1912 wird ein „Instituto superiore forestale nazionale“ in Florenz errichtet. Zur Aufnahme sind erforderlich: das Ingenieur- oder Doktor-Diplom einer Hochschule für Landwirtschaft und das Bestehen einer Konkursprüfung, die alljährlich für eine nach dem Bedarf bestimmte Anzahl von Stellen abgehalten wird. Beim Eintritt in das Institut erfolgt bereits die vorläufige Ernennung zu Unter-Forstinspektoren, die nach erfolgreich bestandenem Abgangsexamen in diesem Amte bestätigt, andernfalls aber entlassen werden. Die Studienzeit für die forstlichen Fächer beträgt 2 Jahre. Die bisherige Forstschule in Vallombrosa bleibt für den praktischen Unterricht fortbestehen.

In Norwegen bildet der forstliche Unterricht seit 1897 eine Abteilung der Hochschule für Bodenkultur (Norges Landbrugshöiskole) zu Aas, etwa 30 km südlich von Christiania, in welcher Landwirte, Forstwirte, Gärtner, Molkereibeamte und Kulturtechniker gemeinschaftlich ausgebildet werden. Vorbedingung: Absolutorium eines Gymnasiums sowie des einjährigen Besuches einer Waldbauschule nebst mindestens einjähriger Vorlehre und Bestehen der Aufnahmeprüfung, welche den Zweck hat, den Andrang einzuschränken. Es ist beabsichtigt, diese Aufnahmeprüfung fallen zu lassen, dafür aber die sonstigen Aufnahmsbedingungen zu verschärfen. Während des ersten Jahres ist der Unterricht für alle Abteilungen gemeinschaftlich (Foellesklassen) und umfaßt: Mathematik, Vermessungskunde, Physik, Meteorologie, Chemie, Mineralogie und Geologie, Botanik, Zoologie, Bodenkunde, Zeichnen, Volkswirtschaftslehre und Enzyklopädie der Forst- und Landwirtschaft. Die weitere Ausbildung erfolgt gesondert nach Disziplinen (Fagklassen), der speziell forstliche Kursus (Skogbrugsafdelingen) für Staatsdienstaspiranten umfaßt zwei Jahre. Das Unterrichtsjahr beginnt für die beiden ersten Jahre Mitte August und schließt Ende Juni des folgenden Jahres, das letzte Jahr dauert aber nur von Mitte Juli bis Ende April.

In Oesterreich ist für die Vorbereitung zum Staatsforstverwaltungsdienst (V. v. 13. II. 75) und zum politischen Dienst der Forstverwaltung (V. v. 27. VII. 83) die forstliche Sektion[1] der Hochschule für Bodenkultur

in Wien bestimmt, welche nach der im Jahr 1875 erfolgten Aufhebung der Forstakademie Mariabrunn errichtet wurde. (Studienzeit 4 Jahre, 7 forstliche Dozenten.)

Ungarn: Seit 1870 besteht in Schemnitz (Selmeczbànya) eine Hochschule für Montan- und Forstwesen mit 4 Sektionen, drei bergmännischen und einer forstlichen; letztere trägt die Bezeichnung: Forstingenieur-Sektion. Studienzeit 4 Jahre, 7 forstl. Professoren.

Kroatien: Im Jahre 1898 wurde an Stelle der 1860 in Kreutz begründeten land- und forstwirtschaftlichen Lehranstalt eine Forstakademie im Anschluß an die philosophische Fakultät der Landesuniversität in Agram errichtet. Die Studienzeit ist vierjährig.

Rumänien. Hier besteht eine höhere Forstlehranstalt in Branesti (bei Bukarest), Studiendauer 3 Jahre. Zahl der ordentlichen Lehrkräfte 8, worunter 3 für Forstwirtschaft, daneben noch 2 „Conferentiare" für Zeichnen und Gartenbau.

Rußland besitzt zwei höhere forstliche Lehranstalten: 1. das Forstinstitut zu Petersburg und 2. die forstliche Abteilung des Institutes für Land- und Forstwirtschaft zu Nowo-Alexandrowsk (bei Warschau). Studiendauer an beiden Anstalten vier Jahre, hievon bezwecken die beiden ersten Jahre hauptsächlich nur die naturwissenschaftliche Ausbildung, während die beiden letzten dem Fachstudium gewidmet sind.

Am Polytechnikum in Riga werden forstliche Vorlesungen für Landwirte gehalten, die Einrichtung einer forstlichen Abteilung ist geplant.

In Schweden zerfällt der höhere forstliche Unterricht in zwei Abschnitte:

a) der vorbereitende Unterricht wird an zwei Forstschulen in Omberg und Kloten in der Zeit vom 15. Oktober des einen bis zum 1. September des folgenden Jahres erteilt. Zugelassen werden alljährlich 10—12 Studierende vom Lehrerkollegium des Forstinstituts in Stockholm, welche das Reifzeugnis eines humanistischen oder Realgymnasiums besitzen müssen. Im ersten Falle hat sich der Bewerber noch einer Nachprüfung in den Fächern: Physik, Mathematik, Chemie und Biologie an einem Realgymnasium zu unterziehen. Der Unterricht an diesen Forstschulen wird von je einem Oberförster mit Unterstützung eines Assistenten erteilt, er umfaßt hauptsächlich praktische Uebungen in Geodäsie, Holzmeßkunde, Holzanbau, Holzernte, Köhlerei, Buchführung, ferner die dienstliche Korrespondenz, Planzeichnen, Jagd.

b) Wenn die Studierenden ein genügendes Abgangszeugnis dieser Schulen erlangt haben, folgt das Studium am Forstinstitut in Stockholm. Dieses dauert zwei Jahre (15. Oktober bis 15. Dezember), das Sommersemester (15. Juni bis 31. August) ist ganz dem praktischen Unterricht im Wald gewidmet.

Behufs Vorbereitung zum Privatforstdienst wird am Forstinstitut in Stockholm vom 15. Juni des einen bis 15. Oktober des folgenden Jahres ein besonderer Lehrgang abgehalten.

Das Lehrpersonal am Forstinstitut besteht aus dem Direktor, zwei forstlichen Lehrern, je einem Lehrer für Botanik und Zoologie und fünf nur nebenamtlich tätigen Lehrern für Physik etc., Rechtskunde, Nationalökonomie, Agronomie und Kalligraphie. Eine vollständige Neueinrichtung des höheren forstlichen Unterrichts ist geplant.

Für die Schweiz wird der höhere forstliche Unterricht an der, eine Abteilung der eidgenössischen Technischen Hochschule zu Zürich bildenden Forstschule (eröffnet 1858) erteilt. Die Studienzeit beträgt mindestens 7 Semester. Der Besuch dieser Forstschule ist jedoch nicht obligatorisch, nur tritt alsdann an Stelle der Diplomprüfung der technischen Hochschule eine wissenschaftliche Staatsprüfung, die ebenfalls von den Professoren der Forstschule abgehalten wird.

In Spanien besteht eine Fachschule (Escuela especial de ingenieros de montes) zu Escorial seit 1870 (neuestes Reglement von 1899).

Zum Eintritt ist die Maturität (das Bacculaureat) erforderlich und das Bestehen eines besonderen Examens in Mathematik, sowie ein Alter unter 23 Jahren. Das Studium dauert sechs Jahre. Das erste Jahr (Curso preparatorio) ist der Mathematik, Physik, Chemie und mikroskopischen Technik gewidmet, das eigentliche Fachstudium umfaßt drei Jahre, während die beiden letzten Jahre vorwiegend praktischen Arbeiten sowie dem Studium der Forstpolitik und Forstgesetzgebung gewidmet sind. Das Lehrpersonal besteht aus dem Direktor, 5 Professoren für Forstwissenschaft, 6 Professoren für Naturwissenschaft, Mathematik und Geodäsie, sowie 3 Hilfslehrern.

Vereinigte Staaten von Nord-Amerika. Hier gibt es zwei Klassen von höheren forstlichen Bildungsstätten, nämlich solche, die mit Universitäten verbunden sind und selbständige Anstalten. Die ersteren beschränken sich entweder auf den Unterricht in den Fachwissenschaften (Graduate Schools) oder lehren auch die Grund- und Hilfswissenschaften.

Graduate Schools befinden sich bei der Yale-University zu New-Haven (Connecticut) und zu Harvard. Beim Eintritt wird gefordert, daß das Studium der Hilfswissenschaften bereits beendet ist. Studiendauer 2 Jahre, an deren Ende die Würde eines: Master of Forestry verliehen wird.

Schulen, an denen auch sämtliche Grund- und Hilfswissenschaften gelehrt werden, bestehen an folgenden Universitäten:

University of Maine, Orono, Maine,
Cornell. University, Ithaca, New-York,
Pennsylvania State College Pennsylvania,
University of Michigan, Ann Arbor, Michigan,
University of Georgia, Athenes, Georgia,
University of Minnesota, St. Paul, Minnesota,
Jowa State College, Ames, Jowa,
University of Missouri, Missouri,
University of Nebraska, Lincoln, Nebraska,
University of Colorado, Colorado,
University of Washington, Seattle, Washington.

An diesen Anstalten dauert der forstliche Unterricht mit dem Studium der Grund- und Hilfswissenschaften 4 Jahre und führt meist zu der Würde eines „Bacculaureus".

Eine eigenartige Einrichtung besitzt die Biltmore Forest School (Nord-Carolina), welche keinen dauernden Sitz hat, sondern den Unterricht teils an verschiedenen Orten der Vereinigten Staaten, teils in Deutschland im Anschluß an die technische Hochschule in Darmstadt und auf Exkursionen in verschiedenen Waldgebieten Deutschlands erteilt.

Die im Vorstehenden enthaltenen Angaben beziehen sich, soweit nicht anders bemerkt oder durch die Verhältnisse des betr. Staates bedingt ist (z. B. England, Vereinigte Staaten) auf die Vorbereitung für den Staatsforstverwaltungsdienst. Die Ausbildung der Anwärter für den höheren Gemeinde- und Privatforstdienst, ebenso auch von Waldbesitzern, erfolgt meist ebenfalls an den gleichen Anstalten, doch werden ihnen fast stets besondere Erleichterungen und Vereinfachungen sowohl hinsichtlich der Vorbildung als auch der Studienzeit und Auswahl der Fächer zugestanden. In Preußen können vom Minister Anwärter des Gemeinde- und Privatforstdienstes unter den gleichen Bedingungen zum Studium und zu den Prüfungen

zugelassen werden, wie für den Staatsdienst vorgeschrieben ist; sie erhalten jedoch keine Anwartschaft auf den Staatsdienst und werden nach bestandenem Assessor-Examen zu „Forstassessoren a. D.“ ernannt.

b) Forstliche Mittelschule.

§ 63. Die Entwicklung des forstlichen Unterrichts hat sich in Deutschland seit der Mitte des 19. Jahrhunderts in der Richtung des Hochschulunterrichts und zwar ganz wesentlich mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der Staatsforstverwaltungsbeamten entwickelt. Am längsten ist Eisenach auf dem Standpunkt der Mittelschule verharrt. Seit etwa 20 Jahren sucht indessen auch diese Anstalt ihre Lehrziele und Lehrmittel mit Erfolg immer mehr zu erweitern.

Den Bedürfnissen der Privat- und Gemeindewaldbesitzer wird jedoch, sowohl mit Rücksicht auf die geringere Ausdehnung des Besitzes und die Kosten der Verwaltung als auch wegen des Fehlens der staatswirtschaftlichen Aufgaben, häufig besser durch „Revierförster“ entsprochen, als durch Verwaltungsbeamte, welche die volle Ausbildung für den Staatsforstverwaltungsdienst besitzen. Letztere finden im Privat- und Kommunaldienst nur bei sehr ausgedehntem Besitz in den leitenden Stellungen dauernde Verwendung.

In Deutschland war und ist es noch heute gebräuchlich, daß die Anwärter für derartige mittlere Stellen ihre Ausbildung als Hospitanten auf den forstlichen Hochschulen suchen, oder daß die Anwärter des Staatsforstverwaltungsdienstes vorübergehend solche Stellen bis zu ihrer Anstellung als Revierverwalter im Staatsdienst übernehmen. Ein Teil dieser Beamten ist auch aus dem Stand der Betriebsbeamten hervorgegangen.

Aus den oben (S. 629) erörterten Gründen erscheint es nicht richtig, wenn Anwärter mit geringer Vorbildung und niedrigen Zielen in einem größeren Prozentsatz unter den Studierenden höherer Bildungsstätten vertreten sind. Wie die Verhältnisse in Deutschland liegen, muß die Errichtung einer forstlichen Mittelschule als ein Bedürfnis bezeichnet werden, weshalb der deutsche Forstwirtschaftsrat bereits 1901 einen dahingehenden Antrag an die preußische Staatsforstverwaltung gerichtet hat.

§ 64. Außerhalb Deutschlands haben teils die Ausdehnung des Privatwaldbesitzes, teils die notwendige extensivere Bewirtschaftung der Staatsforsten öfters dazu geführt, daß hier der Mittelstufe des forstlichen Unterrichts größere Aufmerksamkeit gewidmet wird, als in Deutschland.

Am frühesten und im ausgedehntesten Maß ist dieses in Oesterreich geschehen, wo schon 1852 für den Zweck des Privatforstdienstes vom mährisch-schlesischen Forstschulverein eine solche Mittelschule errichtet wurde (Mährisch-Aussee). In Oesterreich bestehen gegenwärtig folgende forstliche Mittelschulen: Mährisch-Weißkirchen, Reichstadt (Böhmen), Bruck a. d. Mur, Pisek (höhere Forstlehranstalt) und Lemberg. Die Dauer des Unterrichts umfaßt in Pisek 2, an den übrigen Anstalten 3 Jahre.

Auch in anderen Ländern finden sich ähnliche Einrichtungen.

Finnland hat den Mittelschulunterricht erheblich entwickelt. Solche Anstalten bestehen in Evois, Tuomarniemi, Nikkarila, Rovaniemi und Söderkulla. Die Dauer des Unterrichts umfaßt an letzterer ein, an den übrigen Schulen zwei Jahre. Alljährlich werden in Evois 20, an den übrigen Anstalten je 15 Schüler zugelassen.

Frankreich besitzt in Les Barres eine: École secondaire, welche den Zweck hat, Gardes oder Brigadiers, die wenigstens drei Jahre gedient haben und nicht über 35 Jahre alt sind, zu den Stellungen von Oberförstern (Gardes

géneraux stagiaires) vorzubereiten. Anwärter, welche die École primaire in Les Barres besucht haben, bedürfen nur einer zweijährigen Dienstzeit. Durch Dekret vom 16. X. 01 ist bestimmt, daß die Zahl der in les Barres aufzunehmenden Zöglinge jeweils die Hälfte des Zugangs in Nancy betragen soll, keinenfalls aber die Zahl 9 übersteigen darf. Die Zulassung erfolgt auf Grund eines besonderen Examens. (Dekret vom 10. II. 97).

Diese Einrichtung soll den besten Schutzbeamten ermöglichen, neben den Schülern in Nancy in die Stelle von Reierverwaltern einzurücken.

In Holland werden von der Heidekulturgesellschaft (Nederlandsche Heidematschappy) mit staatlicher Unterstützung Anwärter des mittleren Dienstes in einem zweijährigen Kursus theoretisch und praktisch ausgebildet. Der Sitz des Unterrichts ist z. Z. Utrecht, soll aber demnächst nach Arnheim verlegt werden.

In die Kategorie des Mittelschule-Unterrichts sind ferner zu rechnen die „leichten" Kurse (subsidiary courses), welche Japan in Tokio und Tohoku eingerichtet hat, und selbständige Kurse an den land- und forstwirtschaftlichen Hochschulen in Moriaka und Kagoshima.

Zur Teilnahme an diesen Kursen mit dreijähriger Dauer ist das Absolutorium einer gewöhnlichen Mittelschule oder einer Waldbauschule erforderlich.

In Britisch-Indien bestehen zwei derartige Schulen zu Dehra-Dun am Fuß des Himalaya im nordwestlichen Teil inmitten geeigneter Lehrforsten, sowie in Burma behufs Ausbildung von Eingeborenen zu Revierförstern. Der Kurs umfaßt 18 Monate. Für das südliche Indien ist die Errichtung einer dritten Schule geplant.

Italien besitzt eine solche Mittelschule (scuola per le Guardie forestali) nach dem Muster der Schule in Barres zu Cittaducale.

Rumänien hat in Branesti auch eine forstliche Mittelschule (Internat) mit einjährigem Kursus.

Besondere Aufmerksamkeit wendet man in Rußland dem System der Mittelschulen zu. Gegenwärtig bestehen dort 40 „Waldbauschulen", deren Zahl fortwährend vermehrt wird. Mit Rücksicht auf die außerordentlich mannigfaltigen Verhältnisse Rußlands tragen diese Schulen einen ausgeprägten lokalen Charakter und bezwecken die Ausbildung immer nur für je ein bestimmtes Waldgebiet. Der Kursus ist zweijährig, wobei jedes Jahr 6 Monate im Wald zugebracht werden. Die dort erzielten Resultate müssen als vorzüglich bezeichnet werden.

Schweden hat 5 staatliche Mittelschulen (Bispgården, Grönsinka, Bjurfors, Hunneberg und Kolleberga), an welchen jährlich je 10—20 Eleven zugelassen werden. Diese erhalten freien Unterricht, freie Wohnung und meist auch Geldunterstützung. Der Unterricht dauert vom 1. November bis zum 15. Oktober des folgenden Jahres.

Auch in den Vereinigten Staaten ist mit der Errichtung solcher Schulen begonnen worden, von denen gegenwärtig zwei bestehen: die Mont Alto Forest Academy in Pennsylvania und die Eric Forest School in Massachusetts.

So mannigfach diese Schulen entsprechend den verschiedenen Bedürfnissen der einzelnen Länder organisiert sind, so haben sie doch gewisse gemeinschaftliche Züge:

Zum Eintritt wird die Maturitas eines Gymnasiums oder einer gleichstehenden Anstalt nicht gefordert. Der Unterricht hat eine vorwiegend praktische Tendenz, die Naturwissenschaften finden nur soweit Berücksichtigung als zum Verständnis der forstlichen Vorlesungen unbedingt erforderlich ist, dagegen wird der niederen

Mathematik und meist auch der Vermessungskunde besondere Aufmerksamkeit (namentlich in Rußland) geschenkt. Die volkswirtschaftlichen Vorlesungen fehlen ganz, die rechtswissenschaftlichen bezwecken lediglich das Verständnis der bestehenden Forstgesetzgebung.

Es ist nicht zu verkennen, daß ein lebhaftes Bedürfnis nach Forstbeamten, welche eine derartige Ausbildung erhalten haben, allenthalben, wenn auch in wechselndem Umfang, je nach dem Intensitätsgrad der Forstwirtschaft und der Verteilung der verschiedenen Eigentumskategorien an Wald besteht.

2. Ausbildung der Schutz- und Betriebs-Vollzugsbeamten.

§ 65. Die Ausbildung dieser Beamten ist gegenwärtig in den verschiedenen Staaten eine sehr ungleichmäßige, weil sie namentlich davon abhängt, ob von ihnen nur die Ausübung des Forstschutzes und Ueberwachung der Waldarbeiter oder auch eine weitergehende Unterstützung der Verwaltungsbeamten im Betrieb gefordert wird.

Da, wo der Forstschutz und höchstens die Ueberwachung des Holzhauereibetriebes die Aufgabe dieser Beamten bildet, werden sie meist aus dem Waldarbeiterstande oder aus sonstigen geeigneten Elementen der ländlichen Bevölkerung gewählt. Man verlangt von ihnen hauptsächlich körperliche Rüstigkeit und Unbescholtenheit; die nötigen Kenntnisse der Forststrafgesetze und der Betriebsgeschäfte müssen sie sich allmählich unter Leitung des Revierverwalters aneignen.

Derartige Personen genügen jedoch nur bei den einfachsten Verhältnissen, sowie da, wo entweder der Revierverwalter selbst oder ein mittlerer Beamte (Revierförster) auch die einfacheren Geschäfte an Ort und Stelle anordnen und überwachen kann, die wichtigeren und schwierigeren aber selbst besorgt.

Neben dieser Kategorie von Schutzbeamten hat sich aber schon frühzeitig eine andere herausgebildet, welche ihre Vorbildung durch eine 2—3jährige Lehrzeit bei einem Verwaltungs- oder Betriebsbeamten erhielt. Letzteres System war bis etwa vor 30 Jahren in Deutschland und Oesterreich fast durchweg herrschend und findet sich in einzelnen Staaten auch heute noch, sehr verbreitet ist es in den Gemeinde- und Privatforsten. Als Nachteile sind zu nennen: die ungleichmäßige Ausbildung in den Elementarfächern, eine beschäftigungslose Periode von 2—3 Jahren zwischen der Entlassung aus der Volksschule und dem Eintritt in die Lehre, sowie endlich die sehr wechselnde, nicht selten recht mangelhafte forstliche Ausbildung in der Lehre selbst. Je mehr die Intensität der Forstwirtschaft stieg und je mehr die Schutzbeamten sich zu Betriebsvollzugsbeamten entwickelten, während gleichzeitig der Forstschutz gegen die Eingriffe von seiten der Menschen zurücktrat, um so fühlbarer machte sich das Bedürfnis nach einer besseren und gleichmäßigeren Schulung geltend, welchem in sehr verschiedenartiger Weise entsprochen wird.

§ 66. In Deutschland ist zuerst Preußen mit einer Verbesserung der Ausbildung der Forstschutzbeamten vorgegangen. Hier besteht seit langer Zeit eine enge Verbindung der Forstschutzkarrière mit dem Militärdienst in der Weise, daß alle Anwärter nach Beendigung der Lehrzeit in den Jägerbataillonen dienen müssen. Zunächst der Besuch der Unteroffizierschulen sowie später die Einrichtung und allmähliche Verbesserung des forstlichen Unterrichts durch Forstassessoren und Oberförster bei den Jägerbataillonen in Verbindung mit der militärischen Zucht haben den tüchtigen Stand von Betriebsbeamten geschaffen, dessen sich Preußen und Elsaß-Lothringen zu erfreuen haben.

Die steigenden Anforderungen an die Leistungen dieser Beamten sowie verschiedene Mißstände, namentlich die Ungleichmäßigkeit der Ausbildung und der

immer intensiver werdende militärische Dienstbetrieb, haben im Jahr 1905 dazu geführt, die Lehrzeit auf ein Jahr zu verkürzen und den systematischen forstlichen Unterricht auf Forstlehrlingsschulen mit einjährigem Kurs zu verlegen, während bei den Jägerbataillonen nur mehr Fortbildungsunterricht von Oberförstern und Forstassessoren, die dem Reitenden Feldjägerkorps angehören, erteilt wird. Solche Schulen bestehen gegenwärtig 4 (Steinbusch, Margoninsdorf, Spangenberg und Hachenburg). Diese Anstalten sind Internate; für Unterricht, Wohnung und Verpflegung werden jährlich 480 Mk. gezahlt.

Früher als Preußen ist Bayern mit der Errichtung solcher Schulen vorgegangen (1886). Die Studienzeit an den fünf Waldbauschulen: Kaufbeuren, Kelheim, Lohr, Trippstadt und Wunsiedel ist vierjährig. In den beiden unteren Kursen sollen die Zöglinge gründlichen Elementarunterricht, in den beiden oberen aber die nötige Unterweisung in den Fachkenntnissen erhalten und sich an den Waldarbeiten beteiligen. Das Lehrpersonal besteht aus dem betr. Revierverwalter, zugleich Leiter der Anstalt, einem ihm für die Zwecke des Unterrichts beigegebenen Assistenten, dem Ortsgeistlichen und einem tüchtigen Volksschullehrer.

Das Urteil über die Einrichtung der bayrischen Waldbauschulen geht wohl übereinstimmend dahin, daß die Ausbildung für ihre Ziele und die späteren Aufgaben dieser Beamtenklasse des Guten zu viel tut und sich mehr jener einer Mittelschule nähert, als im dienstlichen Interesse wünschenswert erscheint. Beschränkungen eines derartigen Uebermaßes sind jedoch nur äußerst schwer durchzuführen. Auch der Umstand, daß die Zöglinge nicht in der Anstalt selbst untergebracht sind, gibt namentlich bei der langen Studiendauer zu manchen Unzuträglichkeiten Veranlassung.

Hessen hat 1901 eine Forstwartschule zu Darmstadt eingerichtet, in welche die Aufnahme auf Grund einer Vorprüfung erfolgt. Der Kurs dauert von November bis Juli, der Besuch dieser Schule ist so lange fortzusetzen, bis der Anwärter von der Ministerialforstabteilung für genügend vorgebildet zum Bestehen der Prüfung erachtet wird. Alle Anwärter werden in das Inf.-Reg. Nr. 115 in Darmstadt eingestellt.

Ebenso besteht in Meiningen eine Forstwartschule in Sonneberg, Kurs zweijährig.

Die im Privatdienste noch erheblich größeren Ungleichmäßigkeiten der Ausbildung durch eine praktische Lehre, zahlreiche hier vorkommende Mißstände und der Umstand, daß im Privatdienst auch an die Betriebsvollzugsbeamten meist höhere Anforderungen gestellt werden als im Staatsdienst, während die hier vorhandene Anleitung und Ueberwachung meist fehlt, haben den Verein für Privatforstbeamte Deutschlands veranlaßt, 1906 in Templin (R.-B. Potsdam) eine eigene Privatforstlehrlingsschule zu errichten. Für den Eintritt wird eine mindestens einjährige Praxis gefordert, die Dauer der Ausbildung umfaßt 1 Jahr (1. Juli bis 15. Juni). Die Schule ist Internat und kann z. Z. 44 Zöglinge aufnehmen. Das Kost- und Lehrgeld beträgt 500 Mark.

Die guten hier erzielten Erfolge und die Unmöglichkeit allen Anmeldungen zu entsprechen, haben das Entstehen verschiedener Privatinstitute veranlaßt. Diese vermochten sich jedoch aus verschiedenen Gründen nicht dauernd zu behaupten und haben schon zu recht erheblichen Uebelständen Veranlassung gegeben.

In umfangreichem Maße wird in Oesterreich die Ausbildung des niederen Forstpersonals auf Waldbauschulen betrieben, hier jedoch vorwiegend mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der kleineren Privatforsten, in welchen derartig vorgebildetes Personal häufig auch gleichzeitig die Verwaltung zu besorgen hat.

Die erste Waldbauschule wurde hier 1865 vom niederösterreichischen Forstschulverein in Hinterbrühl errichtet, 1876 nach Aggsbach, 1910 nach Waidhofen a. d. Thaya verlegt, hierauf folgte die Staatsforstverwaltung mit Errichtung der k. k. Försterschulen zu Hall (Tirol) 1881, Gußwerk (Steiermark) 1881, Bolechow (Galizien) 1883 und Idria (Krain) 1892. Ferner ist der höheren Forstlehranstalt in Mährisch-Weißkirch ebenfalls eine Waldbauschule angegliedert, in Eger und Budweis wurden 1899 deutsche niedere Forstschulen (Waldbauschulen) eingerichtet. 1905 hat der Kärntnerische Forstverein eine niedere Forstschule für Kärnten in Klagenfurt eingerichtet, für Mähren besteht eine Landesforstschule in Jamnitz. Die Revierförsterschule in Pisek (mit der dortigen höheren Forstlehranstalt verbunden) nimmt eine Mittelstellung zwischen einer Waldbauschule und einer Mittelschule ein. An diesen Anstalten ist der Kurs meist einjährig, in Pisek, Budweis und Eger bestehen zweijährige Kurse.

Zweck sämtlicher Anstalten ist die Heranbildung von Organen für den Forstschutz- und technischen Hilfsdienst sowie auch zur selbständigen Bewirtschaftung kleinerer Forsten.

Ungarn besitzt 4 Waldbauschulen mit 2jährigem Kurs zu Kiralyhalom (1883), Vadaszerdö (1884), Lipto-Ujvar (1886) und Görgeny-Szt. Imre (1893). Zur Heranbildung von Beamten für den Forstschutz und technischen Hilfsdienst in Bosnien und der Herzegowina besteht eine Försterschule in Serajewo mit dreisemestrigem Kurs.

In Belgien werden die Gardes forestiers aus ehemaligen Unteroffizieren gewählt, die entweder den waldbaulichen Kurs an der Regimentsschule zu Bouillon oder sog. „cours volants“ besucht haben, die von Oberförstern an verschiedenen Orten abgehalten werden.

Frankreich hat in Les Barres neben der bereits erwähnten „École secondaire“ noch eine „École d'enseignement professionel“ zur Vorbereitung für den Grad eines Brigadier, welcher etwa jenem des preußischen Försters entspricht.

Die Zahl der Zuhörer ist nicht beschränkt, der Kurs dauert 10 Monate. Nach absolviertem Examen werden die Zuhörer als „Gardes forestiers“ angestellt und nach 2—3 Jahren zu Brigadiers befördert.

Japan besitzt 19 Waldbauschulen mit dreijähriger Studiendauer, die sich an die Volksschulen anschließen.

In Italien sind praktische Waldbauschulen geplant, die entweder selbständig stehen oder an eine niedere landwirtschaftliche Schule angegliedert werden sollen.

In Rumänien besteht in Branesti auch ein sechsmonatlicher Kurs für Waldwärter.

§ 67. Einen etwas anderen Weg zur Ausbildung des niederen Forstpersonales hat zuerst die Schweiz eingeschlagen, indem hier nicht förmliche Schulen eingerichtet, sondern schon seit langer Zeit in verschiedenen Kantonen Kurse von mehrwöchentlicher Dauer abgehalten wurden, in welchen der Schwerpunkt auf der praktischen Ausbildung in den wichtigsten Betriebsarbeiten lag, welche noch durch einige Vorlesungen soweit ergänzt wurden, als es das Verständnis und die praktische Ausführung der Arbeiten erforderte.

Durch die Bundesbeschlüsse vom Jahre 1876, 1878 und 1880 haben diese Kurse, welche von seiten des Bundes unterstützt werden, folgende Organisation erhalten. Man unterscheidet:

a. Unterförster-Kurse von mindestens zweimonatlicher Dauer zur Ausbildung von Wirtschafts- und Schutzbeamten für kleinere Verhältnisse. Die Anstellungsfähigkeit ist vom Bestehen der Prüfung abhängig.

b. Fortbildungskurse für Unterförster in der Dauer von mindestens 14 Tagen. Zugelassen werden nur frühere Schüler von Unterförster-Kursen.

c. Bannwartkurse zur Ausbildung von Schutzbeamten. In Kantonen, welche sich bereits an den zweimonatlichen Kursen für Unterförster beteiligen, ist die kürzeste Dauer der Bannwartkurse auf 14 Tage, in den übrigen auf 20 Tage bemessen. Die Ausstellung der Patente als Bannwart ist vom Bestehen einer Prüfung am Schluß des Kurses abhängig.

Dem Beispiel der Schweiz ist bald Oesterreich gefolgt, und zwar zunächst in Tirol und Vorarlberg durch die Lehrkurse in Bregenz (1876) und Rotholz (Unterinntal seit 1882), hieran haben sich dann 1887 die Waldaufseherkurse zu Franzthal in der Bukowina, sowie der Waldwärterkurs des krainisch-küstenländischen Forstvereins in Mitterburg angeschlossen. Die Dauer dieser Kurse beträgt für jene in Franzthal 10 Monate, für die übrigen 8—12 Wochen. In Serajewo wird seit 1909 ein Waldaufseherkurs mit 3½ monatlicher Dauer abgehalten.

Die „Cours volants" in Belgien sind bereits oben erwähnt, Italien beabsichtigt ebenfalls solche Waldbaukurse durch Wanderlehrer abhalten zu lassen.

Auch einige deutsche Staaten (Württemberg und Baden), welche früher Forstwarte ohne besondere Vorbildung anstellten, haben nunmehr Forstwartkurse mit 8—12wöchentlicher Dauer eingerichtet. In Württemberg werden diese Kurse von allen Anwärtern am Ende der Praktikantenzeit besucht, während in Baden Fortbildungskurse für bereits im Dienste befindliche Beamte stattfinden, deren Besuch nur für die Domanialforstwarte obligatorisch ist.

E. Prüfungswesen.

§ 68. Die Zulassung zum Staatsforstdienst und bis zu einem gewissen Grad auch die Verwendung in diesem hängt nicht nur von dem Besuch der vorgeschriebenen Anstalten, sondern auch vom Nachweis des Besitzes der erforderlichen Fachkenntnisse durch besondere Prüfungen ab.

Für den Verwaltungsdienst werden in Deutschland fast durchweg drei Prüfungen gefordert, von denen die beiden ersten den Nachweis liefern sollen, daß der Anwärter die erforderliche allgemeine Bildung und die hinreichende Auffassungsgabe besitzt, sowie daß er seine Fachstudien mit Erfolg betrieben und ein genügend sicheres Fundament für die weitere praktische Ausbildung gelegt hat. Nach Beendigung einer meist zwei- bis dreijährigen praktischen Ausbildung folgt, mit Ausnahme von Baden und einigen kleineren Staaten, noch eine weitere Prüfung, durch welche die Kenntnis der Verhältnisse des praktischen Betriebes und der Dienstesvorschriften dargetan, sowie auch bewiesen werden soll, daß der Kandidat in der Lage ist, sich ein selbständiges Urteil über die verschiedenen, bei Ausübung seines Berufes an ihn herantretenden Fragen zu bilden und daß er auch wissenschaftlich weitergearbeitet hat.

Die Einrichtung dreier Prüfungen ist erst in neuester Zeit an allen Hochschulen durchgeführt, bis dahin wurde der Nachweis der theoretischen Fachkenntnisse nur durch eine einzige am Schlusse der Hochschulstudien abzulegende Prüfung erbracht. Der große Umfang der Grund-, Hilfs- und Fachwissenschaften sowie pädagogische Rücksichten haben nunmehr allenthalben dazu geführt, diese Prüfung in zwei,

zeitlich durch mehrere Semester getrennte, Abschnitte zu zerlegen, von denen der erste (Vorexamen) gewöhnlich die Naturwissenschaften und Mathematik, der zweite die Fachwissenschaften und die juristischen Disziplinen umfaßt. Die Volkswirtschaft ist bald dem ersten, bald dem zweiten Abschnitte zugewiesen.

Die Vorprüfung und das erste forstliche Examen (Referendar-Ex., theoretisches Ex., erste Dienstprüfung, Fachprüfung etc.) finden in jenen Staaten, welche eigene forstliche Lehranstalten haben, meist an diesen statt, teils im Beisein eines Regierungs-Kommissars, teils ohne einen solchen, nur in Preußen ist das Referendarexamen nach Berlin verlegt. In Baden, wo nach Schluß der theoretischen Studien bloß noch ein Examen (die Hauptprüfung) stattfindet, wird diese von einer besonderen Kommission der Domänenverwaltung abgehalten. Letzteres Verfahren ist in den Staaten ohne forstliche Hochschulen allgemein üblich, soweit nicht das Examen einer fremden Hochschule als Nachweis für die fachliche Ausbildung zugelassen wird (z. B. in einigen Thüringischen Staaten und Anhalt das Examen in Eisenach).

Bei jenen Examen, die an den Hochschulen abgehalten werden, prüfen der Regel nach die betr. Dozenten, nur in Preußen wird beim Referendarexamen die Prüfungskommission aus höheren Verwaltungsbeamten und Professoren anderer Hochschulen gebildet, wie es auch in sonstigen Fächern üblich ist. Die im praktischen Dienste stehenden Forstbeamten sind jedoch weniger geeignet das bei diesem Examen festzustellende Maß theoretischer Kenntnisse zu ermitteln, als die in ihrem Spezialfach stets auf dem Laufenden befindlichen Dozenten, außerdem muß sich dieses Examen doch im wesentlichen an die auf der Hochschule gehaltenen Vorträge anschließen, eine Notwendigkeit, der sich auch die prüfenden Verwaltungsbeamten nicht entziehen können.

Die letzte Prüfung (praktische-, Staats-Prüfung, Assessor-Examen) wird allenthalben bei den Direktionsbehörden abgehalten und fungieren hiebei meist nur Mitglieder dieser Behörde sowie sonstige höhere Forstbeamte als Examinatoren.

Im Auslande, besonders in Amerika, ebenso auch in Japan, erwerben die Studierenden durch das Bestehen der Hochschulprüfungen ohne weiteres auch einen akademischen Grad (Magister artium, Master of forestry etc.), in Deutschland gelten die Bestimmungen der Universitäten hinsichtlich der Erlangung der Doktorwürde ebenfalls für die Studierenden der Forstwissenschaft, an der Hochschule für Bodenkultur in Wien kann auch das Doktorat, an der technischen Hochschule zu Karlsruhe der Titel eines Doktoringenieurs erworben werden.

Bezüglich der Betriebsvollzugsbeamten richtet sich das Prüfungswesen nach der Organisation dieses Dienstzweiges.

Wo diese Beamten ohne fachliche Vorbildung angestellt und teilweise aus dem Waldarbeiterstand entnommen werden, wird höchstens der Nachweis der nötigen Elementarbildung, Kenntnis der Dienstesvorschriften für ihre Stellung sowie des Forstdiebstahlgesetzes durch eine einfache, von einem Revierverwalter abzuhaltende Prüfung verlangt.

Wird wenigstens eine „Lehrzeit" gefordert, so findet eine förmliche Prüfung durch den betr. Inspektionsbeamten oder bei den Zentralstellen statt.

Beim Besuch von Försterschulen wird eine Prüfung am Schlusse des Lehrganges abgehalten, in Preußen und Elsaß-Lothringen müssen die Anwärter außer dieser „Jägerprüfung" auch noch eine „Försterprüfung" nach Vollendung des achten und vor Vollendung des elften Dienstjahres ablegen.

§ 69. Bezüglich der Anwärter für den Dienst der Gemeinden und Pri-

vaten liegen die Verhältnisse für den Nachweis der erforderlichen Vorbildung außerordentlich mannigfaltig.

In Deutschland pflegt man im allgemeinen für den Gemeindeforstdienst das Bestehen der gleichen Prüfungen, wie sie für den Staatsforstdienst vorgeschrieben sind, zu fordern.

Die Anwärter des höheren Forstverwaltungsdienstes der Gemeinden und der Privaten können sich in verschiedenen Staaten (Preußen, Bayern, Sachsen, Weimar) unter bestimmten Voraussetzungen, zu denen namentlich auch das gleiche Maß der Mittelschulbildung gehört, allen für die Anwärter des Staatsforstverwaltungsdienstes oder wenigstens den theoretischen Prüfungen unterwerfen, ohne jedoch hieraus eine Anwartschaft zur Anstellung im Staatsdienst zu erwerben. Außerdem finden an den Hochschulen auch Prüfungen mit meist ermäßigten Anforderungen für den Eintritt in den Privat- und Gemeindeforstverwaltungsdienst statt. Um solchen Anwärtern auch den Nachweis der praktischen Befähigung zu ermöglichen, ist vom Deutschen Forstvereine eine Prüfung für die Anwärter des mittleren Forstdienstes (beantragt ist zu sagen: Forstverwaltungsdienstes) vor einer Kommission des Forstwirtschaftsamtes abzuhalten.

Aus dem gleichen Grunde hält der Verein für Privatforstbeamte Deutschlands außer der Abgangsprüfung von Templin für Anwärter des niederen Privatforstdienstes besondere Försterprüfungen ab.

Wesentlich anders ist diese Angelegenheit in Oesterreich geregelt, wo gesetzlich für Waldungen von „hinreichender Größe" die Aufstellung sachkundiger Wirtschaftsführer verlangt wird und außerdem auch der sehr ausgedehnte Privatwaldbesitz im eigenen Interesse den Nachweis eines bestimmten Maßes forstlicher Kenntnisse fordert. Hier findet für jene Persönlichkeiten, welche Verwaltungsstellen im Bereich der Gemeinde- und Privatforstverwaltung erstreben, eine besondere „Staatsprüfung für Forstwirte" bei den politischen Landesbehörden statt.

Entsprechend der sehr ungleichmäßigen Ausbildung bewegen sich die Bedingungen für die Zulassung zu dieser Staatsprüfung auch in weitem Rahmen. Der Kandidat hat nämlich nachzuweisen:

I. a) die Ablegung der theoretischen Staatsprüfung an der Hochschule für Bodenkultur, oder b) die Absolvierung des forstwirtschaftlichen Studiums an der Hochschule für Bodenkultur als ordentlicher oder außerordentlicher Hörer und die mit genügendem Erfolg abgelegten Fortgangsprüfungen aus jenen Lehrfächern, welche behufs Ablegung der theoretischen Staatsprüfung gehört werden müssen, oder c) Absolvierung einer der Forstlehranstalten in Reichstadt, Mährisch-Weißkirchen, Pisek, Bruck a. d. Mur oder Lemberg mit gutem Erfolg nach vorangegangener Absolvierung von mindestens 4 Klassen eines Gymnasiums, einer Realschule oder eines Realgymnasiums sowie die Vollendung des 22. Lebensjahres, oder d) die Absolvierung eines Obergymnasiums oder einer Oberrealschule.

II. In den Fällen unter I a eine zweijährige, in jenen unter b und c eine dreijährige, endlich in jenen unter d eine fünfjährige praktische Verwendung in Staats- oder Privatforsten oder im forsttechnischen Dienst bei der politischen Verwaltung.

Ferner muß in Oesterreich jeder Forstschutzbeamte, welcher als solcher beeidigt werden will, die „Staatsprüfung für den Forstschutz- und technischen Hilfsdienst" ablegen. Behufs Zulassung zur Prüfung hat der Kandidat nachzuweisen 1. die Vollendung des 18. Lebensjahres, 2. a) die Absolvierung einer Förster- oder Waldbauschule, oder b) die Absolvierung der Volksschule,

der Bürgerschule, des Untergymnasiums oder der Unterrealschule, 3. eine dreijährige praktische Verwendung unter der Leitung eines geprüften Forstwirts. Die an den unter 2 a genannten Lehranstalten verbrachte Lehrzeit ist in die dreijährige praktische Verwendung einzurechnen.

In Ungarn wird ebenfalls für die Verwendung als Waldhüter in den unter öffentlicher Aufsicht stehenden und zur Vorlage von Wirtschaftsplänen verpflichteten Waldungen seit 1889 das Bestehen einer besonderen Waldwärterprüfung gefordert.

F. Fortbildung.

§ 70. An die theoretische und praktische Ausbildung, die mit dem letzten Examen ihren formellen Abschluß erreicht, muß sich die Fortbildung anschließen, um die Errungenschaft der Wissenschaft und vorgeschrittenen Praxis für die allgemeine praktische Ausübung nutzbar zu machen und einen Stillstand in den Kenntnissen der Beamten zu verhindern, der für sie und für den Waldbesitzer einen gefährlichen Rückschritt bedingen würde. Die Fortbildung besitzt besondere Bedeutung für die leitenden Beamten, aber auch Waldbesitzer einerseits als auch der Betriebsvollzugsbeamte andererseits sollen ebenfalls ihren Verhältnissen entsprechend aus den Fortschritten der Wissenschaft und Praxis Nutzen und Belehrung schöpfen. Selbststudium und Streben nach Erweiterung des Gesichtskreises reichen erfahrungsgemäß nicht aus, um die Fortbildung zu sichern, deshalb müssen vom Staat und vom Waldbesitzer geeignete Einrichtungen getroffen werden, um sie anzuregen und zu ermöglichen, fruchtbar werden sie nur, wenn auf Seite der Beamten und Besitzer Interesse und Verständnis hiefür vorhanden ist, auf dem Wege des Zwanges läßt sich nichts erreichen!

Der Frage der Fortbildung ist erst in neuester Zeit auch in forstlichen Kreisen erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet worden, obwohl einzelne Einrichtungen hiefür in verschiedenen Staaten schon lange bestehen. Als Mittel zur Förderung der Fortbildung sind zu nennen:

1. Vom Waldbesitzer unterhaltene oder unterstützte Lesezirkel für Fachzeitschriften.

2. Anschaffung wichtiger Erscheinungen der Literatur für die Bibliotheken der Revierverwalter oder Direktionsstellen durch den Waldbesitzer.

3. Besprechungen der Revierverwalter über Fragen der Wirtschaft und Verwaltung ihres Wirkungskreises unter Leitung der Inspektionsbeamten. Besonders entwickelt im hessischen „Wirtschaftsrat".

4. Besuch der Versammlungen kleinerer und größerer Forstvereine. Während die Lokalforstvereine mehr unmittelbar für die Wirtschaft nützen, regen die Versammlungen der großen Vereine durch Erweiterung des Gesichtskreises und den Besuch sonst schwer zugänglicher Waldungen an.

5. Studienreisen einzelner Personen und größerer Gesellschaften. Der einzelne kann sich freier bewegen, in weniger zugängliche Gebiete vordringen, da wo es ihm paßt, länger verweilen. Studienreisen nicht zu zahlreicher Gesellschaften unter sachkundiger Leitung ermöglichen die nutzbringendste Besichtigung in kürzester Zeit und ersparen dem einzelnen die oft sehr umständliche und schwierige Vorbereitung, ohne welche solche Reisen niemals den vollen Gewinn bringen.

6. Fortbildungskurse mannigfacher Art für die verschiedensten Klassen der Beamten und für Waldbesitzer. Von diesem außerordentlich wertvollen Mittel der Fortbildung hat Oesterreich durch Kurse an der Hochschule für Bodenkultur bereits am längsten Gebrauch gemacht, in Deutschland sind es hauptsächlich die Landwirt-

schaftskammern und ähnliche Organisationen sowie der Verein für Privatforstbeamte gewesen, die solche Kurse einrichteten. Letzterer Verein veranstaltet sowohl kurze, 8 tägige Kurse als auch längere von vierwöchentlicher Dauer; letztere nähern sich in ihren Zielen den oben besprochenen „Forstwartkursen". Die Abhaltung solcher Fortbildungskurse an Hochschulen hat in Preußen bereits begonnen.

Im allgemeinen haben sich die kürzeren Kurse am besten bewährt und lassen sich auch verhältnismäßig am leichtesten einrichten. Voraussetzung bleibt aber, sachverständige Leitung stets angenommen, eine angemessene Verbindung der Vorträge im Hörsaale mit Besichtigungen im Walde. Erstere müssen zurücktreten, das Schwergewicht ist auf die Exkursionen und auf die Aussprachen im Walde zu legen.

G. Forstliches Versuchswesen.

§ 71. Die Forstwissenschaft bedarf zu ihrer exakten Begründung und Weiterbildung der Anstellung von Versuchen. Diese werden hier in doppelter Form vorgenommen, entweder nach der bei den Naturwissenschaften vorzugsweise üblichen Methode der Beobachtung eines Vorganges unter ausschließlicher Einwirkung bestimmter bekannter Ursachen oder nach der statistischen Methode der Massenbeobachtung.

Da die Wachstumsvorgänge des Waldes sich stets unter der Einwirkung zahlreicher Faktoren vollziehen, welche nur teilweise bekannt sind und noch weniger einzeln in ihrer Wirkung kontrolliert werden können, so hat die Methode der Massenbeobachtung hier besonderen Wert, wir sind zur Lösung vieler Fragen ausschließlich hierauf angewiesen, Untersuchungen nach der anderen Methode werden hiedurch nicht überflüssig, sind vielmehr soweit nur irgend angängig anzuwenden oder wenigstens mit den Massenbeobachtungen zu verbinden.

Eine weitere Eigentümlichkeit der forstlichen Forschungen besteht in den langen Zeiträumen, welche die Beobachtung bei vielen Untersuchungen erfordert. Die meisten Arbeiten über die Entwicklung der Bestände im allgemeinen und den Einfluß wirtschaftlicher Maßnahmen erfordern Jahrzehnte hindurch dauernde Beobachtungen.

Endlich ist noch zu berücksichtigen, daß die überwiegende Mehrzahl dieser Forschungen sich nicht in dem beschränkten Raum eines Laboratoriums oder eines Versuchsgartens ausführen lassen, sondern größere Flächen mit den natürlichen Wachstumsverhältnissen des Waldes erfordern.

Die forstlichen Untersuchungen besitzen also in ihrer Mehrzahl die folgenden Eigentümlichkeiten: 1. lange Zeitdauer, 2. Ausführung an verschiedenen oft weit auseinanderliegenden und oft vom Wohnort des Forschers entfernten Oertlichkeiten und 3. Notwendigkeit einer großen Zahl von Einzelbeobachtungen.

Hieraus ergibt sich, daß für derartige Arbeiten eine Einrichtung bestehen muß, welche gestattet, sie unabhängig von dem Wechsel der Person des Forschers und in dem durch die eigenartigen Verhältnisse bedingten weiteren Rahmen durchzuführen.

Diese Untersuchungen können sich entweder auf forsttechnische Fragen im engeren Sinn (Wachstumsgang der Bestände, Einfluß wirtschaftlicher Maßregeln etc.) beziehen oder auch auf die naturwissenschaftliche Begründung des Waldbaues, die Untersuchung der Einwirkung des Waldes auf Boden und Klima und endlich auch auf den Schutz des Waldes gegen tierische und pflanzliche Feinde erstrecken.

Zur Lösung dieser Fragen sind die forstlichen Versuchsanstalten berufen. Sie haben sich hauptsächlich mit solchen Untersuchungen zu be-

41*

schäftigen, welche die Kräfte des einzelnen Forschers übersteigen, sei es wegen zu langer Dauer, sei es wegen des großen Umfanges des zu beschaffenden Materiales.

Die Tätigkeit der forstlichen Versuchsanstalten beschränkt sich jedoch keineswegs auf solche umfassende Forschungen. Die zu diesem Zweck angestellten Untersuchungen bieten vielmehr auch reiche und wertvolle Gelegenheit zu kleineren und einfacheren Arbeiten, außerdem läßt sich keine scharfe Grenze zwischen der Tätigkeit des Gelehrten als Mitglied einer Versuchsanstalt und jener als Einzelforscher ziehen.

Die forstlichen Versuchsanstalten stellen nur ein erweitertes Laboratorium dar, welches, den eigenartigen Verhältnissen entsprechend, teilweise in den Wald verlegt wird. Aus letzterem Grund ist auch ein gewisses Zusammenwirken zwischen den Organen der Verwaltung und jenen der Wissenschaft erforderlich, welches in den Versuchsanstalten amtlich geregelt ist.

Das Bedürfnis nach exakten Versuchen auf forstlichem Gebiet ist schon sehr frühzeitig hervorgetreten.

Die erste Aufforderung hiezu dürfte in der von Réaumur im Jahre 1713 erteilten Anweisung zur Untersuchung des Wachstumsganges von Niederwaldungen enthalten sein.

Im 19. Jahrh. wurden solche Untersuchungen zuerst von G. L. Hartig (über die Dauer der Hölzer) und von Hundeshagen (über den Einfluß der Streunutzung) ausgeführt. Ernst Friedrich Hartig und Zamminer verlangten schon 1825 und 1826 vergleichende Untersuchungen über die zweckmäßigste Methode der Durchforstung.

Sehr frühzeitig wurde indessen erkannt, daß die Tätigkeit des Einzelforschers mit beschränkten Mitteln zur Durchführung der wissenschaftlichen Begründung unseres Faches nicht ausreichen. Wedekind schlug schon im Jahr 1826, angeregt durch Hundeshagens Arbeit über die Streunutzung, eine Organisation in Form eines Ausschusses vor, dessen Aufgabe es sein sollte, die bereits vorhandenen Daten zu sammeln, zu sichten und zu ordnen. „Eine Gesellschaft reicher Forstfreunde oder eine Staatsregierung“ würden das am besten bewirken.

In den nächsten Jahrzehnten veranlaßte die Entwicklung des Forsteinrichtungswesens in verschiedenen Staaten Arbeiten, welche dem Gebiet des forstlichen Versuchswesens angehören, so wurden z. B. in Baden durch die Taxations-Instruktion die Anlage ständiger Versuchsflächen eingeleitet, in Bayern kamen die bekannten Massentafeln zustande, Burckhardt bearbeitete von mehreren Mitarbeitern unterstützt seine Hilfstafeln.

In verschiedenen Versammlungen (deutsche Land- und Forstwirte zu Karlsruhe 1838 und Potsdam 1839) wurde gelegentlich der Verhandlungen über die einzuleitenden Durchforstungsversuche der Wunsch ausgesprochen, daß die Forstdirektionen die Vornahme von Versuchen fördern möchten. Am energischsten trat Carl Heyer hiefür ein, indem er 1845 gelegentlich der Versammlung der süddeutschen Land- und Forstwirte mit einem Aufruf zur Gründung eines forststatischen Vereins hervortrat und an das Beispiel der Landwirtschaft anknüpfend die Notwendigkeit vergleichender Versuche für die Forstwirtschaft nachwies. C. Heyer erhielt seitens der Versammlung den Auftrag, eine Instruktion hiefür auszuarbeiten. Bereits 1846 legte er der Versammlung zu Freiburg seine „Anleitung zu forststatischen Untersuchungen“ vor, welche den ersten ausführlichen Plan zur Organisation des forstlichen Versuchswesens enthält. In Erkenntnis der Unzulänglichkeit privater Tätigkeit beantragte Heyer, daß sich der Verein unter staatlicher Führung bilden solle.

Leider scheiterte letzterer Vorschlag und damit gleichzeitig die ganze Bewegung an dem Widerstand Klauprechts, welcher es als einen Beweis „für Mangel an Tatkraft und Liebe zur Wissenschaft erklärte, wenn man auf dem Gebiet der forstlichen Statik Staatshilfe beanspruche, während doch deutscher Fleiß und deutsche Energie zur Erreichung des Zieles genügen würden".

§ 72. Die Frage kam erst wieder in Fluß, als 1857 ein von Gustav Heyer, Eduard Heyer und Faustmann unterzeichneter Aufruf zur Vornahme von forststatischen Untersuchungen und ein Artikel von Baur „Was könnte in Oesterreich für forststatische Untersuchungen geschehen?" erschienen. 1861 folgte ein Aufsatz von Ebermayer über die forstlichen Versuchsstationen.

Diese Anregungen hatten nunmehr die praktische Wirkung, daß in verschiedenen Staaten mit solchen Untersuchungen angefangen wurde, jedoch ohne eigentliche Organisation, so in Preußen (Streuversuche bei Eberswalde), Braunschweig (Durchforstungsversuche 1856), Sachsen (Anbau- und Durchforstungsversuche 1865), Bayern (Forstlich-meteorologische Stationen 1867, Versuche über Waldstreunutzung), auch in Württemberg, Baden und Hessen wurden einzelne Versuche begonnen.

Die eigentliche Organisation von Versuchsanstalten wurde eingeleitet durch einen 1867 erschienenen Aufsatz von Gayer „Ueber forstliche Versuchsstationen insbesondere in Bayern", während die 1868 von Baur veröffentlichte Schrift „Ueber forstliche Versuchsstationen" auch einen förmlichen Organisationsplan brachte, welcher die Grundlage der weiteren Verhandlungen bildete und deshalb bei der demnächstigen Errichtung von Versuchsanstalten vielfach als Leitfaden gedient hat.

Auf der 26. Versammlung deutscher Land- und Forstwirte zu Wien im September 1868 wurde in einer Sektionssitzung beschlossen, ein Komitee von fünf Mitgliedern zu beauftragen, einen Plan für die forstlichen Versuchsstationen zu beraten und die dringendsten Arbeiten zu bezeichnen, dabei sich über die zweckmäßigste Organisation auszusprechen und den Regierungen entsprechende Anträge zu stellen.

Hierzu wurden gewählt: Wessely (Mariabrunn), G. Heyer (Münden), Ebermayer (Aschaffenburg), Judeich (Tharandt), Baur (Hohenheim).

Dieses Komitee trat bereits im November 1868 in Regensburg zusammen und beriet zunächst die Organisationsfrage. Hier wurde vorgeschlagen, daß die größeren Staaten (Oesterreich, Preußen, Bayern) selbständige Versuchsbureaus schaffen möchten, deren Dirigent Mitglied der obersten Forstbehörde sein sollte, für kleinere Staaten wurde die Verbindung mit den Unterrichtsanstalten unter Vermehrung der Lehrkräfte empfohlen. Weiterhin wurden verschiedene Fragen bezeichnet, deren Untersuchung in erster Linie wünschenswert sei, und endlich die Gründung eines Bundes zur Förderung der gemeinsamen Interessen des Versuchswesens befürwortet.

An diese Vorschläge knüpfte sich eine lebhafte Debatte, an welcher sich u. a. Danckelmann, Heß, Schuberg, Judeich, Seckendorff beteiligten.

Die Beschlüsse hatten weiterhin die erfreuliche Folge, daß nun auch bald von seiten verschiedener Staaten mit der Organisation des forstlichen Versuchswesens vorgegangen wurde, teilweise etwas verzögert durch die Ereignisse des Feldzuges 1870/71. Versuchsanstalten sind errichtet worden in: Baden 1870, Sachsen 1870, Preußen 1872, Württemberg 1872, weiterhin folgten noch in Deutschland: Braunschweig 1876, Hessen 1882, Elsaß-Lothringen 1882 und Bayern 1882 (hier war schon 1875 Ganghofer für forstliche Versuchsarbeiten ins Finanzministerium einberufen worden, die Reorganisation des forstlichen Unterrichts veranlaßte dann die Verle-

gung des Versuchswesens an die Universität). In Thüringen besteht ebenfalls eine forstliche Versuchsanstalt jedoch ohne eigentliches Statut.

Der Vorschlag der Kommission zu Regensburg, einen Band zur Förderung der gemeinsamen Interessen des Versuchswesens zu schaffen, wurde gleichfalls bereits 1872 gelegentlich der ersten Versammlung deutscher Forstmänner zu Braunschweig durch die Gründung des *Vereins deutscher forstlicher Versuchsanstalten* verwirklicht.

Die wichtigste Leistung dieses Vereins deutscher forstlicher Versuchsanstalten besteht in der Vereinbarung einheitlicher Grundsätze für die Durchführung der Messungen und größeren Arbeiten, wodurch die Resultate der von verschiedenen Forschern ausgeführten Untersuchungen vergleichbar werden und überhaupt erst praktische Bedeutung erlangen. Die fast alljährlich stattfindenden Zusammenkünfte der Versuchsleiter verbunden mit der Besichtigung von Versuchsflächen sind außerordentlich wertvoll durch Vermittlung regen Meinungsaustausches zur Klärung auseinandergehender Ansichten, sowie zur Weiterbildung der Wissenschaft; sie ermöglichen auch allein die Aufrechterhaltung einheitlicher Anschauungen über solche Fragen, welche sich schriftlich schwer feststellen lassen wie z. B. die Normalität der Bestände. Eine weitere Aufgabe des Vereins besteht in der Vermittlung der Zusammenfassung des Untersuchungsmateriales verschiedener Versuchsanstalten in jenen Fällen, wo eine gemeinschaftliche und einheitliche Bearbeitung als wünschenswert erscheint.

Nachdem die ursprüngliche Hauptaufgabe des Vereins: Vereinbarung einheitlicher Grundsätze und Methoden für die Versuche im wesentlichen gelöst ist und auch jene Arbeiten, die eine gemeinsame Bearbeitung des von den einzelnen Versuchsanstalten gesammelten Materiales (z. B. Formzahl-Untersuchungen) ebenfalls, vorläufig wenigstens abgeschlossen sind, ist ein gewisser Stillstand in der Tätigkeit dieses Vereins eingetreten. Eine Reform dieser äußerst wertvollen Einrichtung wäre dringend erwünscht.

Die Erfolge des Vereins deutscher forstlicher Versuchsanstalten haben so allgemeine Anerkennung gefunden, daß auf dem internationalen land- und forstwirtschaftlichen Kongreß zu Wien im Jahr 1890 die Errichtung eines *internationalen Verbandes forstlicher Versuchsanstalten* angeregt wurde. Dieser wurde nach den vorbereitenden Verhandlungen in Badenweiler 1891 gelegentlich der Versammlung des Vereins deutscher forstlicher Versuchsanstalten zu Eberswalde 1892 begründet und umfaßt z. Z. den Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten, die Versuchsanstalten in Oesterreich, Ungarn, Schweiz, Rußland, Schweden und Belgien, Dänemark, Portugal sowie die spanische Staatsforstverwaltung. Da es nur wenige forstliche Fragen gibt, deren Lösung ein internationales Zusammenarbeiten erfordert (z. B. Herkunft des Kiefernsamens), da ferner das forstliche Versuchswesen doch in den einzelnen Staaten, die auf den Versammlungen vertreten sind, sehr ungleichmäßig entwickelt ist, so entfernt sich der Verband in dem Maße, als neue Staaten sich beteiligen, immer mehr von seiner ursprünglichen Grundlage und scheint sich zu einem *internationalen forstwissenschaftlichen Kongreß* zu entwickeln. Ein solcher hätte sehr wohl neben dem inter-

---

1) Bisher haben folgende Versammlungen des internationalen Verbands stattgefunden: 1893 in Mariabrunn, 1896 in Braunschweig, 1900 in Zürich, 1903 Mariabrunn, 1906 Stuttgart, 1910 Brüssel. Die nächste Versammlung soll 1914 in Ungarn abgehalten werden. In Brüssel zählte die Versammlung bereits 37 offizielle Teilnehmer. Alle diese Versammlungen waren auch von Vertretern verschiedener anderen, dem Verein nicht angehörigen Staaten besucht.

nationalen Kongreß für Land- und Forstwirtschaft Berechtigung und Bedeutung.

§ 73. Bei der Gründung forstlicher Versuchsanstalten hatte sich eine lebhafte Diskussion über die Frage entsponnen, ob sie zweckmäßiger mit den forstlichen Direktionsstellen oder mit den forstlichen Bildungsstätten zu vereinigen seien. Für erstere Einrichtung wurde namentlich der erleichterte Verkehr mit den Organen der Forstverwaltung, sowie die Furcht vor einer bureaukratischen Bevormundung der freien Forschertätigkeit des akademischen Lehrers geltend gemacht.

Praktisch hat sich das Verhältnis so gestaltet, daß mit Ausnahme von Oesterreich und Schweden in allen Staaten, welche forstliche Bildungsstätten und ein organisiertes Versuchswesen besitzen, das Versuchswesen mit ersteren verbunden ist.

Die anfangs namentlich von Heyer und Heß geäußerte Befürchtung, daß die forstlichen Zentralstellen den als Versuchsleiter tätigen Professoren lästige Vorschriften über ihre Wirksamkeit machen und dadurch die „freie Forschertätigkeit" beschränken könnten, hat sich als unbegründet herausgestellt. Andrerseits schätzen die Dozenten die ihnen durch die Versuchsanstalt gebotenen reichen Mittel zu Untersuchungen sowie zur Vermehrung der Objekte des Demonstrationsunterrichtes hoch, namentlich gilt letzteres in jenen Staaten, wo der forstliche Unterricht an Universitäten erteilt wird. Etwaigen Wünschen der Staatsforstverwaltung wegen Beantwortung einzelner Fragen wird stets gerne entsprochen.

Viel gefährlicher für die freie wissenschaftliche Tätigkeit der Versuchsleiter als die Einwirkung der forstlichen Zentralstellen, hat sich eine bureaukratische Organisation, wie sie z. B. in Preußen noch formell besteht, erwiesen. Erstere stehen den in Betracht kommenden Fragen viel zu fern und hemmen höchstens durch Versagung von Geldmitteln die Einleitung neuer Versuche, während bei letzterer gerade in dieser Richtung, wie die Erfahrung bewiesen hat, ein „direktorialer Satteldruck" sehr unangenehm fühlbar werden kann. Für Arbeiten auf dem Gebiet des forstlichen Versuchswesens bildet, wie für alle wissenschaftlichen Untersuchungen überhaupt, die volle Unabhängigkeit und Selbständigkeit des Forschers die erste und unentbehrlichste Voraussetzung!

Da für die Durchführung der Versuche bis zu einem gewissen Grad auch die Mitwirkung der Verwaltungsbeamten erforderlich ist (Mithilfe bei Auswahl von Versuchsflächen, ständige Ueberwachung der letzteren, Ausführung der Kulturversuche), so müssen die Beziehungen der Versuchsanstalt zur Verwaltung dienstlich geregelt sein.

Von der anfangs bestandenen Idee, die Revierverwalter mit der Ausführung von Versuchen, welche nicht unmittelbar mit dem Betrieb zusammenhängen (z. B. Kulturversuche) zu betrauen, ist man sehr bald abgekommen. Mangel an Kenntnis der Versuchstechnik, Ueberhäufung mit dienstlichen Arbeiten anderer Art und häufiger Wechsel der Beamten lassen eine derartige Verbindung von wissenschaftlicher Forschung mit der Revierverwaltung nicht zu. Eine reinliche Scheidung beider Gebiete, wobei selbstverständlich erstere niemals die Fühlung mit der Praxis verlieren darf, ist unbedingt geboten, wenn das gewünschte Ziel erreicht werden soll.

Von seiten verschiedener Verwaltungsbeamter sind zwar schon sehr beachtenswerte Versuche eingeleitet worden, allein ihre volle Durchführung scheitert meist an der Kürze der Wirksamkeit, dem Mangel an Mitteln und dienstlichen Verhältnissen.

In Oesterreich lassen einzelne Waldbesitzer durch ihre Beamte Versuche unabhängig von der Versuchsanstalt lediglich nach deren Arbeitsplänen ausführen. Die

Ergebnisse ermuntern nicht zur Fortsetzung der Methode und lassen den Verlust der für diese Arbeiten gebrachten Opfer von Kraft und Geld bedauern!

Ebenso hat man auch in Rußland Versuchsreviere eingerichtet, welche mit sehr tüchtigen Beamten besetzt wurden, denen ziemlich reiche Mittel und große Selbständigkeit hinsichtlich ihrer Arbeiten eingeräumt sind. Allein auch hier tritt einerseits die Belastung mit Reviergeschäften und andrerseits das Streben nach Wechsel des Aufenthaltsortes und der Stellung nach kurzer Zeit schon sehr störend sowie für die Ergebnisse der eingeleiteten Versuche sehr gefährdend hervor.

Die gegenwärtige Organisation des forstlichen Versuchswesens ist folgende:

1. Deutschland.

§ 74. a) Preußen. Die Hauptstation des forstlichen Versuchswesens (im Gegensatz zu den Nebenstationen im Wald) ist mit der Forstakademie Eberswalde verbunden, deren Direktor zugleich Leiter der Versuchsanstalt ist. Sie umfaßt folgende 6 Abteilungen: a) forstliche mit einer Prüfungsanstalt für Waldsamen, b) meteorologische, c) bodenkundliche, d) pflanzenphysiologische, e) mykologische, f) zoologische. An der Spitze jeder Abteilung steht ein Dirigent, von denen z. Z. jener der forstlichen Abteilung im Hauptamte, die übrigen im Nebenamte an der Versuchsanstalt tätig sind. Mit der preußischen Versuchsanstalt ist gleichzeitig auch die Geschäftsleitung des Vereins deutscher forstlicher Versuchsanstalten verbunden.

b) Bayern. Die Versuchsanstalt ist mit dem forstlichen Unterricht an der Universität München vereinigt. Nach dem Organisationsdekret vom 30. XII. 82 zerfällt die Versuchsanstalt in eine forstliche und eine forstlich-naturwissenschaftliche Sektion, letztere gliedert sich in eine α) chemisch-bodenkundliche und forstlich-meteorologische, β) botanische und γ) zoologische Abteilung.

Alle beim forstlichen Versuchswesen beteiligten Professoren haben in ihren Fächern jährliche Praktika für die Studierenden abzuhalten. Die Leitung des Gesamtinstituts nach der formellen Seite besorgt der Anstaltsvorstand, welcher für je 3 Jahre aus der Zahl der mit dem Versuchswesen betrauten Professoren ernannt wird.

c) In Sachsen besteht eine forstliche Versuchsanstalt in Tharandt, deren Mitglieder die ordentlichen und etatsmäßigen außerordentlichen Professoren der Forstakademie sind. Obmann ist der jeweilige Rektor.

d) Württemberg. Die forstliche Versuchsstation ist seit 1882 ein Institut der Universität Tübingen unter der Vorstandschaft eines der ordentlichen Professoren der Forstwissenschaft. Als Universitätsinstitut ressortiert die forstliche Versuchsstation vom Ministerium für Kirchen- und Schulwesen, soweit die Arbeiten in den Staatswaldungen ausgeführt werden sollen, ist das Einverständnis der Forstdirektion erforderlich, welche auch die Kosten der Aufnahmen bestreitet.

e) Baden. Die forstliche Versuchsanstalt untersteht seit 1876 dem Finanzministerium und zwar unmittelbar der Domänendirektion. Die Versuchsarbeiten werden durch zwei Kommissäre ausgeführt, von denen einer dem forstlichen Kollegium, der andere dem Lehrerpersonal der Forstschule entnommen ist.

f) Hessen. Die forstliche Versuchsanstalt steht in organischer Verbindung mit dem Forstinstitut der Universität Gießen und ist in administrativer Hinsicht dem Finanzministerium untergeordnet. Als Versuchsleiter sind die beiden Professoren der Forstwissenschaft je für die von ihnen vertretenen Fächer tätig, die formelle Vertretung der Anstalt als Ganzes liegt in der Hand des dienstälteren Professors.

g) Braunschweig. Die forstliche Versuchsanstalt ist der herzoglichen Kammerdirektion der Forsten unterstellt, Vorstand ist ein Mitglied dieser Behörde.

h) In Elsaß-Lothringen besteht in Straßburg eine Hauptstation für das forstliche Versuchswesen, welche zur Finanzabteilung des Ministeriums gehört und vom Vorstand des Forsteinrichtungsbureaus geleitet wird.

i) Thüringen. Für die thüringischen Staaten besorgt eine gemeinsame forstliche Versuchsanstalt unter der Leitung des Direktors der Forstlehranstalt Eisenach diese Untersuchungen.

2. Außerdeutsche Staaten.

§ 75. Eine von den deutschen Einrichtungen wesentlich verschiedene Organisation besitzt das forstliche Versuchswesen in Oesterreich, indem dort die forstliche Versuchsanstalt als eine selbständige, unmittelbar unter dem Ackerbauministerium stehende Behörde mit bureaukratischer Verfassung organisiert ist, welche ihren Sitz in Mariabrunn hat. Der Leiter der Anstalt führt den Titel „Direktor", als bleibend angestellte Hilfsarbeiter fungieren Adjunkten oder Assistenten, außerdem können auch Beamte der Staatsforstverwaltung vorübergehend der Versuchsanstalt zugewiesen werden. Diese Organisation krankt an dem Umstande, daß die Adjunkten boi ihren Arbeiten nicht selbständig, sondern vom Direktor abhängig sind, während sie nach ihrem Alter und ihrer amtlichen Stellung für die Entfaltung wissenschaftlicher und erfolgreicher Arbeit unbedingt Unabhängigkeit fordern müssen. Wenn der Direktor selbst sich nicht auf rein geschäftliche Leitung und auf Repräsentation beschränken will, so sind Reibungen unvermeidlich, welche die Arbeitsfreudigkeit lähmen. Eine derartige Einrichtung ist nur mit lediglich vorübergehend beschäftigten, jüngeren Assistenten und Hilfsarbeitern möglich.

Die Versuchsarbeiten werden jedoch nur teilweise von den Beamten dieser Anstalt unmittelbar ausgeführt, daneben bestehen nämlich für die einzelnen Kronländer oder für Gruppen von solchen (Versuchsgebiete) Landesversuchsstellen mit vorwiegender Rücksicht auf die Vertretung der Forstvereine. Diese sollen in ihren Kreisen für die Vornahme von Versuchsarbeiten durch die Waldbesitzer und deren Beamte wirken und den geschäftlichen Verkehr zwischen der Versuchsleitung und den Versuchsanstalten, welche dem Kreise der verschiedenen Waldbesitzer (Staat, Gemeinden, Private) angehören, vermitteln.

Die Verbindung zwischen der Forstwirtschaft und dem Versuchswesen soll durch die sog. Fachkonferenz hergestellt werden, welche von Vertretern des Ackerbauministeriums, der Versuchsanstalt, der Hochschule für Bodenkultur und Delegierten der Forstvereine beschickt wird. Hier werden die Arbeitspläne beraten, der allgemeine Operationsplan und die speziellen Arbeitspläne für das nächste Jahr festgesetzt sowie überhaupt die Fühlung zwischen den Bedürfnissen der Praxis und den Arbeiten der forstlichen Versuchsanstalt hergestellt.

Eine sehr erhebliche Arbeit erwächst in Oesterreich der forstlichen Versuchsanstalt durch die Beantwortung der aus den Kreisen der Praxis an sie gerichteten Anfragen über die verschiedensten Verhältnisse.

Fachkonferenz und Landesversuchsstellen erschweren nur die wirkliche und fruchtbare wissenschaftliche Arbeit. Ein Direktor mit einem Stab von Assistenten und Hilfsarbeitern oder auch ein Kollegium von gleichberechtigten Forschern würden ohne diesen erschwerenden Ballast mehr und erfolgreicher arbeiten.

3. Ungarn. Hier besteht die Zentralstation des ungarischen forstlichen Versuchswesens in Verbindung mit der kgl. ungarischen Hochschule für Montan- und Forstwesen zu Schemnitz (Selmeczbanya).

4. In Belgien ist das forstliche Versuchswesen mit der Administration des Eaux et Forêts beim Landwirtschaftsministerium vereinigt.

5. In Dänemark wurde das forstliche Versuchswesen 1882 in Verbindung mit dem Forstinstitut in Kopenhagen begründet und 1910 neu organisiert. Ein Vorstand, Professor des Forstinstituts, arbeitet mit einer Versuchskommission zusammen, deren Vorstand und Geschäftsführer er ist.

6. In Finnland wird die Einrichtung einer selbständigen forstlichen Versuchsanstalt, ähnlich wie in Schweden und Oesterreich geplant mit zunächst drei selbständigen Versuchsleitern für forstlich-biologische, forstlich-mathematische und forstlich-bodenkundliche Untersuchungen. Der Vorstand wird von den Versuchsleitern gewählt.

7. Frankreich hat 1882 eine forstliche Versuchsanstalt in Verbindung mit der École nationale forestière in Nancy begründet, die Versuche werden unter der Leitung des Direktors von einem Inspecteur besorgt. Wegen Mangels der nötigen Mittel hat sich die Anstalt bis jetzt noch nicht in erwünschter Weise entwickeln können.

8. Japan hat ebenfalls seit 1887 eine Versuchsanstalt zu Tokio, welche dem Forstbureau unterstellt ist. Die Anstalt zerfällt in 6 Abteilungen: Waldbau, Forstbenutzung, Holzindustrie, forstlich-chemische Technologie und Forsteinrichtung je mit einem Forstrat als Abteilungsvorstand.

9. Rußland. Die Leitung des Versuchswesens ist einer Kommission beim Forstdepartement des Ministeriums übertragen, dem die Professoren des Forstinstituts in Petersburg als ständige Mitglieder angehören, außerdem werden nach Bedarf noch Spezialisten zugezogen. Die Untersuchungen finden in den einzelnen Waldgebieten auf typischen Versuchs-Oberförstereien statt und erstrecken sich sowohl auf das waldbauliche als auf das taxatorische Gebiet. Die örtliche Leitung der Arbeiten wird von den Verwaltern dieser Versuchsoberförstereien besorgt, denen je ein bis zwei Assistenten beigegeben sind. Die Vorstände der Versuchsoberförstereien versammeln sich jährlich einmal in Petersburg, wo sich auch ein Zentrallaboratorium für das Versuchswesen und die Waldsamenprüfungsanstalt befindet. An der Forstschule zu Nowo-Alexandria besteht ebenfalls eine Versuchsanstalt unter Leitung eines der Professoren.

10. In Schweden ist im Jahre 1902 eine forstliche Versuchsanstalt zu Stockholm eingerichtet worden, welche eine forstliche und eine botanische Abteilung umfaßt und vom dortigen Forstinstitut unabhängig ist.

11. Schweiz. Im Jahr 1888 wurde die eidgenössische Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen im Anschluß an die forstliche Abteilung des Polytechnikums in Zürich errichtet. Sie wird von einem der forstlichen Professoren der technischen Hochschule geleitet unter Aufsicht einer Kommission von 7 Mitgliedern, welche vom Bundesrat gewählt wird. Unter den Mitgliedern müssen sich drei ausübende Forstwirte aus den Kantonen befinden.

2. Organisation der mechanischen Arbeit.

§ 76. Der größte Teil der im Forstbetrieb vorkommenden Geschäfte, welche eine Mitwirkung der Waldarbeiter notwendig machen, wiederholt sich alljährlich in gleicher Zeitfolge und auch wenigstens in annähernd gleichem Umfange. Daneben gibt es aber auch Geschäfte, welche nur in längeren Zwischenräumen vorzunehmen sind, wie namentlich Vermessung und Betriebsregulierung. Außerdem kommen noch in verhältnismäßig kleinem Umfang solche Arbeiten vor, deren Ausführung eine besonders angelernte, handwerksmäßige Geschicklichkeit erfordert. Letztere werden in der Regel von den betreffenden in der Nähe wohnenden Handwerkern ausgeführt

und brauchen deshalb bei den folgenden Betrachtungen nicht weiter berücksichtigt zu werden.

Die Beschaffung der nötigen Arbeitskräfte für die beiden ersterwähnten Arten von Betriebsgeschäften kann in verschiedener Weise erfolgen.

a) In Deutschland ist jene Einrichtung am verbreitetsten, bei welcher ein Rechtsverhältnis zwischen jedem einzelnen Arbeiter und dem Waldbesitzer oder dessen Vertreter besteht. Die Arbeiter verbinden sich untereinander nur so weit, als es die örtliche Zusammenlage der Waldungen und Wohnungen sowie die zu bewältigende Arbeit unbedingt erfordern, es ist dieses das System der Freiarbeiter oder Freidinger. Je nachdem diese Arbeiter während des ganzen Jahres oder nur für einzelne Arbeitsteile im Wald beschäftigt sind, unterscheidet man ständige und unständige Arbeiter. Die historische Entwicklung sowie die sozialen und die wirtschaftlichen Verhältnisse der betr. Gegend haben einen gewaltigen Einfluß sowohl auf die Beziehungen zwischen Waldbesitzer und Waldarbeiter als auch auf die Beschaffenheit der letzteren. In größeren Waldgebieten bilden die Arbeiter bisweilen vollständig geschlossene Korporationen mit zunftmäßiger Gliederung, während in der Nähe großer Städte und Industriegebiete sowie in wohlhabenden, ackerbautreibenden Gegenden mit geringer Waldfläche der Wirtschaftsbeamte froh sein muß, wenn er zur Durchführung der Geschäfte überhaupt die nötigen Arbeitskräfte, welche häufig wechseln, zusammenbringen kann.

b) In den Alpengebieten Bayerns und Oesterreichs sowie in den Karpathen und anderen entlegenen großen Waldungen übernehmen einzelne Personen (Unternehmer) vom Waldbesitzer die Durchführung der gesamten Arbeit und stellen dann ihrerseits die nötigen Leute. Bei diesen Unternehmermannschaften tritt nur der Obmann mit dem Waldbesitzer in ein Rechtsverhältnis und bildet eine verantwortliche Mittelsperson zwischen dem Waldbesitzer und den von ihm angenommenen Arbeitern, indessen muß sich auch stets der Waldbesitzer noch einen direkten Einfluß auf letztere wahren. Dieses System findet sich sowohl in der Form, daß wenigstens der Unternehmer und der größte Teil der Arbeiter in der Nähe des Waldes ansässig sind und alljährlich die Arbeit in den gleichen Revieren übernehmen, als auch so, daß solche Unternehmermannschaften periodisch zuwandern, oft aus großen Entfernungen, und dann nach längerer oder kürzerer Zeit wieder weiterziehen; letzteres ist der Fall bei den sog. Krainern (Arbeitern aus Steiermark, Kärnten, Krain), welche durch ganz Südungarn bis in die Türkei ziehen, ähnlich auch bei den Südtiroler Holzhauern, welche bei den beträchtlichen Anfällen an Holz infolge ausgedehnter Kalamitäten während der jüngsten Zeit in einem großen Teil Deutschlands zu finden waren.

c) Selten ist jetzt noch das System der Regiearbeiter vertreten, bei welchem der Waldbesitzer, um die nötigen Arbeiter zu erhalten, förmliche Kolonien schafft und dann bisweilen für den gesamten Lebensunterhalt dieser Leute nach allen Richtungen Vorsorge treffen muß. Dieses findet sich nur noch in den entlegensten Gegenden Oesterreichs und Ungarns und auch hier meist lediglich als Folge bereits vor längerer Zeit entstandener Ansiedlungen. Indessen nötigen die schwierigen Arbeiterverhältnisse der neuesten Zeit öfters wieder, zur Ansiedlung von Arbeitern oder zur Errichtung von Wohnhäusern und deren Verpachtung an Waldarbeiter zu greifen, was eine Annäherung an das alte System der Regiearbeiter darstellt.

Aus den Arbeitern, welche die jährlichen Arbeiten leisten, werden alsdann die gewandtesten und brauchbarsten für die periodischen Arbeiten ausgewählt, bei denen der Bedarf an mechanischen Hilfskräften doch stets nur ein geringer ist.

§ 77. Mag die Beschaffung der Arbeitskräfte in der einen oder andern Weise erfolgen, so ist zur zweckmäßigen Durchführung der Arbeit noch eine weitere, innere Organisation notwendig. Nur ganz ausnahmsweise sind alle Arbeiter eines Reviers am gleichen Platz beschäftigt. Sowohl Mangel an Raum als auch die Unmöglichkeit, die Leute ordentlich beschäftigen und überwachen zu können, führt zu einer Sonderung in größere Abteilungen (Gruppen, Rotten, Kompagnien), deren jeder meist ein besonderer Arbeitsplatz angewiesen wird. Innerhalb der Rotte treten dann, namentlich bei der Holzhauerei, wieder so viele Leute (meist 2—4) in ein engeres Verhältnis zu einander, als bei sachgemäßer Arbeitsteilung je nach den Erfordernissen der auszuführenden Arbeit zusammenwirken müssen. Diese Unterabteilungen heißen Partien, Sägen, Schürze, Passe etc.

An der Spitze jeder Rotte steht der von den Arbeitern mit Zustimmung des Revierverwalters aus ihrer Mitte gewählte Rottmeister (Regimenter etc.). Dieser ist eine für den Geschäftsbetrieb sehr wichtige Persönlichkeit und erscheint als Vertreter der Arbeiter gegenüber dem Revierverwalter, empfängt dessen Befehle, überwacht in Abwesenheit des Forstpersonals die Arbeit, weist die jüngeren Arbeiter an etc. Ebenso erhebt der Rottmeister die Löhne nach Anweisung des Revierverwalters bei der Kasse, wenn hiefür nicht ein eigener Lohnmann (Sachsen) aufgestellt ist, und zahlt diese an die einzelnen Arbeiter oder an die Partien aus.

Als weitere besondere Funktionen innerhalb der Rotten sind jene des Holzsetzers (bei der Holzhauerei) und des Vorarbeiters (bei sonstigen Waldarbeiten) anzuführen. Häufig ist der Rottmeister auch zugleich Holzsetzer und Vorarbeiter.

§ 78. Für den Forstbetrieb ist es von größter Wichtigkeit, daß der Verwaltungsbeamte stets die nötigen Arbeitskräfte in ausreichender Anzahl und entsprechender Beschaffenheit zur Verfügung hat. Je nach der Gewohnheit der Bevölkerung und der Lage des Arbeitsmarktes kann dieser Forderung bald leicht, bald nur sehr schwierig und ungenügend entsprochen werden.

Am günstigsten liegen die Verhältnisse in dieser Beziehung im Herzen geschlossener Waldgebiete, fern von den großen Zentren der Industrie und des Verkehrs, wo die Bevölkerung durch Tradition an dem Wald hängt und von jeher gewohnt ist, den größten Teil ihrer Lebensbedürfnisse aus dem Wald und durch die Waldarbeit zu decken.

Die Verbesserung der Verkehrsmittel, allgemeine Militärpflicht, Freizügigkeit und die ganze Zeitströmung bringen jedoch auch in diese Gegenden Genußsucht, höhere Lebensansprüche und die Kenntnis von anderen, wenn oft auch nur scheinbar besseren Verhältnissen. Infolgedessen ist die Arbeiterfrage für die Forstwirtschaft fast allenthalben eine recht brennende geworden, namentlich nicht selten dadurch, daß man in Verkennung der geänderten Sachlage zu lange an dem alten patriarchalischen Verhältnis zwischen Waldbesitzer und Arbeiter festgehalten, notwendige Verbesserungen, besonders die rechtzeitige, angemessene Erhöhung der Löhne unterlassen und dadurch namentlich die Heranziehung jüngerer Kräfte unmöglich gemacht hat.

Noch schwieriger wird die Beschaffung der nötigen Waldarbeiter dann, wenn allgemein oder auch nur örtlich eine besonders starke Nachfrage nach Arbeitskräften eintritt, wie z. B. durch einen allgemeinen Aufschwung der Industrie oder durch einzelne große Unternehmungen, wie Eisenbahnbauten. Umgekehrt findet bei einem Darniederliegen der Industrie ein Andrang von vielen, mitunter recht unbrauchbaren und unerwünschten Elementen zur Waldarbeit statt.

§ 79. Eine rationelle und vom sozialpolitischen Standpunkt aus erwünschte Lösung der Waldarbeiterfrage kann nur dadurch erfolgen, daß der Wirtschaftsbeamte sucht, sich einen *Stamm von tüchtigen, ständigen oder mindestens halbständigen, ortsansässigen Waldarbeitern* heranzuziehen und zu erhalten.

Als *ständige* Arbeiter können jene betrachtet werden, die während eines Kalenderjahres mindestens 40 Wochen, als *Saisonarbeiter* oder *halbständige* solche, die mindestens 20 Wochen in Waldarbeit stehen.

Ständige Waldarbeiter werden immer seltener, in den meisten Waldgebieten muß man schon zufrieden sein, genügende und ordentliche *Saisonarbeiter* (halbständige Arbeiter) zu haben, neben denen tunlichst viele ständige Arbeiter gehalten werden. Die besten Saisonarbeiter finden sich da, wo ein entsprechendes Zusammenwirken zwischen Land- und Forstwirtschaft in der Weise möglich ist, daß kleine Besitzer entweder in ihren eigenen oder in benachbarten Gutswirtschaften vom Frühjahr bis zum Herbst tätig sind und dann im Spätherbst zur Waldarbeit übergehen. Solche Verhältnisse sucht man an verschiedenen Stellen, so namentlich auch in der preußischen Staatsforstverwaltung, durch Rentengutsbildung herbeizuführen. Weniger angenehm sind jene Saisonarbeiter, die vom Baugewerbe und von der Schiffahrt dann, wenn diese ruht, zur Waldarbeit kommen. Witterungsverhältnisse und wirtschaftliche Lage bedingen ein sehr wechselndes Angebot von solchen Arbeitskräften, die meist bei Eintritt wärmerer Witterung sich sofort wieder ihrer lohnendern Hauptbeschäftigung zuwenden. Infolge des immer mehr zunehmenden Waldarbeitermangels gibt es seit etwa 20 Jahren in fortwährend steigendem Maße auch forstliche *Wanderarbeiter*, teils aus dem Inlande, teils auch aus dem Auslande (Rußland, Galizien, Böhmen, Tirol). Wenn auch die Forstwirtschaft auf diese Weise oft in des Lage ist, ihren Bedarf an Arbeitskräften in befriedigender Weise zu decken, so kann diese Erscheinung vom sozialen Standpunkt aus nur bedauert werden, da die Verwendung von im Lande heimischen und seßhaften Arbeitern ungleich wünschenswerter und vorteilhafter ist.

Zur Heranziehung und Erhaltung eines Stammes von tüchtigen Waldarbeitern ist vor allem erforderlich, daß diesen Arbeitern und ihren Familiengliedern durch eine richtige Verteilung der vorkommenden Arbeiten während ihrer *verfügbaren Arbeitszeit volle Beschäftigung* gewährt wird. Hiedurch ergibt sich vom Standpunkt des Arbeiters der Vorzug, daß er nicht durch Mangel an Arbeit während eines beträchtlichen Teiles des Jahres gezwungen wird, anderweitig Verdienst zu suchen und zugleich bei entsprechender Verwendung auch von Frauen- und Kinderarbeit den einzelnen Familien ein möglichst großer Verdienst zufließt, andererseits hat hiebei der Waldbesitzer den Gewinn, daß bei einem derartigen Vorgehen die Arbeit in raschester, bester und billigster Weise durchgeführt wird.

Ein Hauptfehler, welcher auch gegenwärtig noch in vielen Forsthaushalten gemacht wird, besteht darin, daß teils aus Gewohnheit, teils aus Bequemlichkeit die Waldarbeit auf einen möglichst kurzen Zeitraum eingeschränkt wird. Soweit nicht Arbeiterverhältnisse oder Rücksichten auf Landwirtschaft und Gewerbebetrieb hiezu drängen, liegt ein technischer zwingender Grund hiefür nicht vor. Mit Ausnahme eines Teiles der Frühjahrskulturen und der Lohrindenernte gestatten alle anderen Betriebsgeschäfte einen ziemlich großen zeitlichen Spielraum und können unter normalen Verhältnissen ebensogut durch eine kleinere Zahl von Arbeitern in längerer Zeit als durch eine größere Anzahl in kürzerer Frist ausgeführt werden.

Ferner ist zu berücksichtigen, daß nicht alle Arbeiten das gleiche Maß von körperlicher Kraft erfordern und daß deshalb neben Mannesarbeit die Verwendung von Frauen- und Kinderarbeit nicht nur zulässig, sondern im Interesse besserer und billigerer Arbeitsausführung öfters sogar geboten erscheint.

Ausschließliche Mannesarbeit ist die Holzernte (mit Ausnahme vielleicht des Wellenbindens) und der Holztransport, doch kann durch Benutzung guter Instrumente, sowie mechanischer Transportmittel (Waldeisenbahnen!) der Bedarf an menschlicher Arbeitskraft sehr wesentlich vermindert werden. Die Kulturarbeiten gestatten und erfordern den ausgedehntesten Gebrauch von Frauen- und Kinderarbeit, während der Wegbau wieder, vorwiegend wenigstens, Sache der Männer ist.

Durch zweckmäßige Arbeitsteilung und Arbeitsvereinigung läßt sich vielfach eine bessere und raschere und damit zugleich auch billigere Ausführung ermöglichen.

§ 80. Wesentlichen Einfluß auf die Beschaffenheit der Arbeitsleistung hat der Umstand, ob die Arbeit im Taglohn oder im Akkord ausgeführt wird. Letzterer ist grundsätzlich vorzuziehen, weil der Arbeiter hier in unmittelbare Beziehung zum technischen Erfolg seiner Arbeit gesetzt wird. Die Verakkordierung der auszuführenden Arbeiten findet daher auch im Forstbetrieb in ausgedehntem Maßstab und zwar überall da statt, wo die Güte der Arbeit nicht unter der Raschheit der Ausführung leidet und auch ohne fortwährende Ueberwachung genügend kontrolliert werden kann. Im Taglohn wird daher eigentlich nur der größte Teil der Kulturarbeiten einschließlich der Läuterungen und einzelner schwierigen Durchforstungen und Wegunterhaltung ausgeführt, der Stücklohn dagegen ist gebräuchlich bei der Holzhauerei, einzelnen Kulturarbeiten und bei den Wegneubauten. Die Verakkordierung der letzteren erfolgt meist in der Form des Gruppenakkordes, indem sich mehrere Arbeiter in korporativer Weise zur Herstellung einer bestimmten Arbeit oder zur Uebernahme größerer, zusammenhängender Arbeitsaufgaben verbinden. Außerdem findet sich der Gruppenakkord in der Waldarbeit noch in größerem Umfang bei der Vergebung der Holzhauerei an Unternehmermannschaften.

Zu verwerfen ist dagegen die in einzelnen Teilen Südwestdeutschlands, namentlich in Gemeinde- und Privatwaldungen übliche öffentliche Verdingung des Holzhauereibetriebes an mindestfordernde Unternehmer.

§ 81. Neben der technischen Organisation der Waldarbeit spielt für vorliegende Verhältnisse die Vorsorge für die wirtschaftliche Lage der Arbeiter eine Hauptrolle, gerade in dieser Beziehung kann und muß noch sehr viel geschehen, um dem Arbeiter eine angemessene Existenz zu verschaffen und ihn dadurch aber auch so zu stellen, daß er durch jene Anerbietungen nicht verlockt wird, welche unter normalen Verhältnissen von anderen Seiten an ihn herantreten.

In erster Linie kommt hiebei die Höhe des Lohnes in Betracht. Der Verdienst einer Arbeiterfamilie in der Waldarbeit muß so hoch bemessen sein, daß er zu ihrem Unterhalt in der der Gegend üblichen Weise hinreicht. Wenn auch die Waldarbeit keine besonderen Auslagen für Vorbildung erfordert, so ist sie doch sehr anstrengend und nicht selten auch gefährlich, ferner erleidet sie durch die Witterung öfters Unterbrechungen. Auch die Instandhaltung der mannigfachen Gerätschaften erfordert einen nicht unerheblichen Aufwand, der je nach den örtlichen Verhältnissen zwischen 1,50 bis 7 Mark im Monate beträgt. Der durchschnittliche Verdienst pro Arbeitstag muß sich daher bei der Waldarbeit um etwa 10—20 % höher stellen als jener der landwirtschaftlichen Arbeiter. Um einen Anhalt für die Höhe des

Arbeitsverdienstes und die richtige Bemessung der Akkordsätze zu gewinnen, ist es geboten, alljährlich mindestens in einigen Hauptnutzungs- und Durchforstungsschlägen genaue Berechnungen über die Tagesverdienste der einzelnen Arbeitergruppen anstellen zu lassen.

Für den Arbeiter bleibt unter den heutigen Verhältnissen stets die Höhe des baren Verdienstes in erster Linie maßgebend, da er diesen allein bei dem Vergleich mit anderen Arbeitsgelegenheiten berücksichtigt und hiezu auch durch die allgemeinen wirtschaftlichen Verhältnisse gezwungen ist.

Die Vergünstigungen, welche die Forstverwaltung durch Gewährung sonstiger Nutzungen (billiges Pachtland, Waldweide, Waldgras, unentgeltliches oder billiges Brennholz etc.) gewährt, stellen zwar wertvolle Zuschüsse zum Geldlohn dar und sind geeignet, den Arbeiter an den Wald zu fesseln, sie werden aber nicht so hoch veranschlagt, daß durch sie eine nennenswerte Mindereinnahme an Geldlohn ausgeglichen werden kann.

Wie in der Industrie, so darf auch bei der Waldarbeit die Lohnzahlung nicht in zu großen Zwischenräumen, sondern muß spätestens etwa alle 14 Tage erfolgen, weil die Arbeiter sonst leicht in ökonomische Unordnung und in ein Abhängigkeitsverhältnis von den Kaufleuten geraten.

Für den Zeitverlust, den die Vorarbeiter durch die Beschaffung der Lohnlisten und deren Anweisung, sowie durch das Abholen des Geldes von den Kassen, die Auszahlung an die Arbeiter, sowie für kleine hiebei unvermeidliche Ausfälle erleiden, müssen sie vom Waldbesitzer entschädigt werden. Es ist unstatthaft, sie hiefür auf Abzüge vom Lohne der Arbeiter zu verweisen.

§ 82. Neben der Höhe des Geldlohnes, der Art seiner Auszahlung und den verschiedenen Naturalbezügen kommen zur Verbesserung der sozialen und wirtschaftlichen Lage der Arbeiter noch folgende Punkte in Betracht:

1. Seßhaftmachung der Arbeiter. Unter günstigeren Verhältnissen kann der Waldbesitzer dem Arbeiter den Erwerb eines eigenen Wohnhauses durch billige Ueberlassung von Baugrund, Gewährung von Baudarlehen und Abgabe von Baumaterialien erleichtern. Schwieriger gestalten sich diese Verhältnisse im Osten Deutschlands, wo es gilt auch der Landflucht entgegenzuwirken, andererseits aber den Ansiedler so zu stellen, daß er auch dauerndes Interesse für die Waldarbeit behält. Die zu diesem Zwecke einzuschlagenden Wege sind folgende.

a) Bildung von Rentengütern in einer Größe, daß der Ansiedler zwar darauf mit seiner Familie die Grundlage seiner wirtschaftlichen Existenz hat, daneben aber zur vollständigen Beschaffung seines Unterhaltes Tagarbeit ausführen muß;

b) Ansiedlung von Waldarbeitern auf dem Besitz des Waldeigentümers unter Gewährung von Bauprämien und amortisierbarer Baudarlehen auf Pachtland. Diese Methode ist im großen aus rechtlichen und finanziellen Gründen schwer durchführbar;

c) Bau von Arbeiterhäusern und Vermietung an die Arbeiter. Ein teures Mittel, welches den Nachteil hat, die Erlangung eines eigenen Heimes, nach dem gerade die besten Arbeiter streben, unmöglich zu machen.

2. In jenen entlegenen Waldungen, von denen die Arbeiter nicht täglich nach ihren Behausungen zurückkehren können, ist es notwendig durch Erbauung von Unterkunftshäusern und Zelten Räume zu schaffen, in welchen die Arbeiter die Nacht zubringen oder wenigstens bei schlechtem Wetter Zuflucht finden können, letzteres gilt namentlich für die Kulturarbeiter.

3. Da eine gute Beschaffenheit der Arbeitsgeräte sowohl im Interesse der Arbeiter, als wegen der rascheren und eben dadurch billigeren Arbeitsleistung auch im Interesse des Waldbesitzers gelegen ist, so erscheint es der Billigkeit entsprechend, wenn letzterer nicht nur durch Empfehlung von Bezugsquellen und durch Vermittlung dafür sorgt, daß die Arbeiter stets im Besitz guter und zweckmäßiger Geräte sind, sondern auch einen Teil der durch die Anschaffung besserer Werkzeuge veranlaßten Kosten selbst trägt. Größere und kostspieligere Apparate (für Stockrodung etc.) müssen stets von der Forstverwaltung gestellt werden.

4. Für die Heranziehung guter Arbeiter fällt es sehr in die Wagschale, wenn die tüchtigsten Persönlichkeiten zu besseren Stellungen als Wegwarte, Waldaufseher etc. gelangen können.

5. Bei dem Verkehr zwischen Forstpersonal und Waldarbeitern müssen einerseits Gerechtigkeit und Unparteilichkeit verbunden mit konsequenter Strenge, wo dieses im Interesse des Dienstes notwendig ist, und anderseits Humanität und Wohlwollen als Richtschnur dienen. Arbeiter, welche sich Unbotmäßigkeiten gegen das Forstpersonal zu Schulden kommen lassen, ferner solche, welche wegen eines entehrenden Vergehens oder eines Verbrechens, wegen Wilddiebstahls oder wegen wiederholten Holzdiebstahls verurteilt wurden, sind von der Arbeit zu entlassen. Geringere Ordnungswidrigkeiten werden mit Disziplinarstrafen geahndet, deren Höhe zur Vermeidung des Scheines der Willkür vorher bestimmt sein muß. Sie sollen wieder im Interesse der Arbeiter verwendet werden.

6. Eine weitergehende Fürsorge für die Besserung der materiellen Lage der Arbeiter sowie zur Weckung und Befriedigung höherer Bedürfnisse, z. B. Gründung von Konsumvereinen, Errichtung von Spar- und Darlehenskassen, Veranstaltung von Festlichkeiten etc. kann nur bei Privatwaldbesitzern stattfinden, da der Staat durch seine bureaukratischen Formen für derartige Veranstaltungen zu sehr gebunden ist.

§ 83. Wenn auch durch entsprechende Benutzung der im vorstehenden dargelegten Gesichtspunkte eine zweckmäßige und für beide Teile befriedigende Lösung der Arbeiterfrage, sowie die Heranziehung eines tüchtigen Stammes ständiger Waldarbeiter möglich ist, so können doch namentlich bei plötzlich stark steigender Nachfrage nach Arbeitskräften Fälle eintreten, in denen sie nicht ausreichen und wenigstens teilweise ihre Wirkung versagen. Immerhin kann ein vorsichtiger Wirtschaftsbeamter auch dann noch einen großen Teil der Gefahr beseitigen, wenn er der unter solchen Umständen stets steigenden Tendenz des Lohnes in geeigneter Weise und namentlich frühzeitig genug Rechnung trägt.

Sollte es aber trotzdem nicht gelingen, genügende Arbeitskräfte festzuhalten, um die Arbeiten in der gewöhnlichen Weise zu erledigen, so bieten sich doch auch dann noch Mittel, um ohne weitgehende Schädigung über solche Krisen hinwegzukommen, und zwar umsomehr, als letztere nur vorübergehend sind.

Hiebei kommen namentlich folgende Punkte in Betracht: Nur ein Teil der Arbeiten muß innerhalb eines eng begrenzten Zeitraumes ausgeführt werden, andere, namentlich Meliorationsarbeiten, manche Wegbauten und Durchforstungen können auch ganz gut einige Zeit zurückgestellt werden. Ebenso läßt das Fällungsquantum eine Minderung zu, namentlich wenn es sich nur um kurze Zeiträume handelt. Neben der durch sorgfältige Oekonomie in der Arbeitserteilung und vermehrte Verwendung von mechanischen Hilfskräften ermöglichten Ersparung ist zu berücksichtigen, daß durch ausgedehnte Anwendung der natürlichen Verjüngung, Unterlassung der Stockrodung, Benutzung schwächeren Pflanzenmateriales bei den Kulturen, sowie Ver-

wendung der Saat statt der Pflanzung hier ganz wesentliche Vereinfachungen möglich sind. Außerdem können auch verschiedene Waldprodukte, namentlich Nebennutzungen von dem Empfänger selbst gewonnen werden. Bei hohen Arbeitslöhnen kann es auch angezeigt sein, Nutzungen, welche nur einen geringen Ertrag bisher liefern, namentlich die Aufarbeitung des Reisholzes, vorübergehend ganz einzustellen.

§ 84. Nach den allgemeinen Grundsätzen der Lohnpolitik soll der Verdienst auch hinreichen, um dem Arbeiter die Möglichkeit zu gewähren, in jenen Zeiten, in welchen er wegen Krankheit, Unfalles, hohen Alters oder zeitweisen Arbeitsmangels nicht oder überhaupt nicht mehr erwerben kann, sich und seine Familie zu unterhalten.

Da die ganze wirtschaftliche Lage der Waldarbeiter nicht dazu angetan ist, um aus ihrem Lohn Erübrigungen für solche kritische Zeiten zu machen, oder sich in Versicherungskassen einzukaufen, so veranlaßten diese Verhältnisse im Laufe der Zeit in verschiedenen Gegenden Deutschlands die Gründung von Waldarbeiterhilfskassen. Einzelne sind schon sehr alt (die Harzer wurde bereits 1718 gegründet), die meisten entstanden jedoch erst in neuerer Zeit. Indessen war doch die von ihnen gewährte Hilfe meist ziemlich ungenügend, nur wenige, z. B. jene in den Stolberg-Wernigerodeschen Waldungen und für die fiskalischen Waldarbeiter im Harz machten eine rühmliche Ausnahme, allein die Bezirke, in denen in solcher Weise vorgesorgt war, umfaßten nur einen kleinen Teil der deutschen Waldungen. Erst die neue sozialpolitische Gesetzgebung, die in der Reichsversicherungsordnung vom Jahre 1911 für dieses Gebiet vorläufig abgeschlossen worden ist, hat durch das Eintreten des Staates und das Auferlegen eines höchst notwendigen Zwanges auch auf diesem Gebiet einen Wandel geschaffen.

Die Reichsversicherungsordnung umfaßt: 1. Krankenversicherung, 2. Unfallversicherung, 3. Invaliden- und Hinterbliebenenversicherung. Besondere Bestimmungen bestehen für Waldarbeiter, die nach § 161 den landwirtschaftlichen Arbeitern zugezählt werden, hinsichtlich der Krankenversicherung und der Unfallversicherung, während bei der Invaliden- und Hinterbliebenenversicherung alle Arbeiterklassen gleichmäßig behandelt werden.

Die für Waldarbeiter wichtigen Bestimmungen der Reichsversicherungsordnung sind folgende:

§ 85. a. Krankenversicherung. Für den Fall der Krankheit werden im Betriebe der Land- und Forstwirtschaft versichert: Arbeiter und Betriebsbeamte, soweit sie gegen Entgelt beschäftigt werden und der regelmäßige Jahresarbeitsverdienst der letzteren 2500 Mk. nicht übersteigt. Von der Versicherungspflicht wird auf Antrag des Arbeitgebers befreit, wer von diesen bei Erkrankung Rechtsanspruch auf eine Unterstützung hat, die den Leistungen der zuständigen Krankenkasse gleichwertig ist.

Gegenstand der Versicherung sind die gesetzlichen Leistungen der Krankenkassen an Krankenhilfe, Wochengeld und Sterbegeld.

Als Krankenhilfe wird gewährt: 1. Krankenpflege vom Beginn der Krankheit an, sie umfaßt ärztliche Behandlung und Versorgung mit Arznei, sowie Brillen, Bruchbänder und andere kleinere Heilmittel; 2. im Falle der Arbeitsunfähigkeit Krankengeld in der Höhe des halben Grundlohnes (Ortslohn, gleich dem ortsüblichen Tagesentgelt gewöhnlicher Tagarbeiter) für jeden Arbeitstag vom vierten Krankheitstage an. Die Krankenhilfe endet spätestens mit Ablauf der 26. Woche nach Beginn der Krankheit. An Stelle der Krankenpflege und des Krankengeldes kann die Kasse Kur und Verpflegung in einem Krankenhause treten lassen. Wöchnerinnen, die im letzten Jahre vor der Niederkunft mindestens sechs Monate hindurch ver-

sichert waren, erhalten ein Wochengeld in der Höhe des Krankengeldes für acht Wochen, Mitglieder von Landkrankenkassen auf mindestens vier bis höchstens acht Wochen. Als Sterbegeld wird beim Tod eines Versicherten das Zwanzigfache des Grundlohnes bezahlt; hievon sind zunächst die Kosten des Begräbnisses zu bestreiten. Neben diesen Regelleistungen, die Mindestleistungen darstellen, können die Krankenkassen auch noch verschiedene Mehrleistungen beschließen.

Für Waldarbeiter kommen als Träger der Versicherung in erster Linie die Landkrankenkassen, in zweiter die Ortskrankenkassen in Betracht. Die wenigen z. Z. vorhandenen Betriebskrankenkassen dürfen nach den neueren strengeren Bestimmungen nur ausnahmsweise noch fortbestehen, Innungskrankenkassen gibt es in der Forstwirtschaft überhaupt nicht.

Ortskrankenkassen und Landkrankenkassen werden für örtliche Bezirke und zwar der Regel nach für den Umfang eines Versicherungsamtes errichtet.

Beide Kassen sollen nur dann nebeneinander bestehen, wenn jede mindestens 250 Pflichtmitglieder hat. Bei mangelndem Bedürfnis unterbleibt in erster Linie die Errichtung von Landkrankenkassen.

Die Waldarbeiter sind Mitglieder der Landkrankenkassen und gehören nur da, wo solche fehlen, zu den Ortskrankenkassen. Die Verwaltung erfolgt durch einen Vorstand und einen Ausschuß, die je zu einem Drittel aus Arbeitgeber und zu zwei Drittel aus Arbeitnehmern bestehen. Die Wahl des Vorstandes und Ausschusses erfolgt bei den Landkrankenkassen durch die Gemeindevertretung, bei den Ortskrankenkassen durch die Beteiligten.

Die Mittel für Krankenversicherung werden von den Arbeitgebern und Arbeitnehmern gemeinsam in der Weise aufgebracht, daß die Versicherungspflichtigen zwei Drittel, die Arbeitgeber ein Drittel der Beiträge zahlen. Letztere sind in Prozenten des Grundlohnes zu bemessen und dürfen 4 ½ % nur in Ausnahmefällen übersteigen, über 6 % können sie bei Landkrankenkassen überhaupt nicht erhöht werden. Für den Mehrbedarf hat der Gemeindeverband aufzukommen.

Bei Land- und Forstarbeitern können auf Antrag des Arbeitgebers die Kassenbeiträge für die Dauer des Arbeitsvertrages unter Wegfall des Anspruches auf Krankengeld vom Oberversicherungsamt entsprechend ermäßigt werden, wenn: a) der Arbeitsvertrag auf ein Jahr abgeschlossen ist; b) die Versicherten entweder für das Jahr Sachleistungen im dreihundertfachen Werte des schätzungsmäßigen täglichen Krankengeldes oder für den Arbeitstag einen Entgelt im Werte dieses Krankengeldes beziehen; c) ihnen ein Rechtsanspruch auf diese Leistungen für die Geltungsdauer des Arbeitsvertrages zusteht.

Versicherten, die auf Grund der Reichsversicherung eine dauernde jährliche Rente mindestens im dreihundertfachen Betrage des satzungsgemäßen täglichen Krankengeldes beziehen, kann durch die Satzung der Landkrankenkasse der Anspruch auf Krankengeld entzogen werden.

§ 86. b. Unfallversicherung. Nach den Bestimmungen der RVO. über landwirtschaftliche Unfallversicherung sind hienach gegen Betriebsunfälle versichert: 1. Arbeiter; 2. Betriebsbeamte, deren Jahresarbeitsverdiesnt 5000 Mark nicht übersteigt und für sie nicht die Bestimmungen des Unfallfürsorgegesetzes für Beamte vom 18. I. 1901 Platz greifen. Unter Betriebsunfall ist ein dem regelmäßigen Betriebe fremder, aber doch mit ihm in Verbindung stehendes Ereignis zu verstehen, dessen Folgen für das Leben oder die Gesundheit schädlich sind. Die Versicherung erstreckt sich auch auf häusliche und andere Dienste, zu denen Versicherte, die hauptsächlich im Betriebe selbst beschäftigt sind, vom Unternehmer oder

dessen Beauftragten herangezogen werden. Unternehmer mit weniger als 3000 Mark Jahresarbeitsverdienst oder solche, welche keine oder höchstens zwei Versicherungspflichtige gegen Entgelt beschäftigen, können sich gegen die Folgen von Betriebsunfällen selbst versichern.

Gegenstand der Versicherung ist der Ersatz des Schadens, der durch Körperverletzung oder Tötung entsteht, wenn der Unfall nicht vorsätzlich herbeigeführt worden ist.

Durch das Gesetz werden gewährt:

a) im Fall der Verletzung vom Beginn der 14. Woche nach Eintritt des Unfalls ab:

1. freie ärztliche Behandlung, Arznei und sonstige Heilmittel, sowie die zur Sicherung des Erfolges des Heilverfahrens und zur Erleichterung der Folgen der Verletzung erforderlichen Hilfsmittel (Krücken, Stützapparate etc.).

2. Eine Rente für die Dauer der Erwerbsunfähigkeit und zwar α) im Fall völliger Erwerbsunfähigkeit $66^2/_3$% des Jahres-Arbeitsverdienstes (Vollrente), β) im Fall teilweiser Erwerbsunfähigkeit für deren Dauer jener Teil der Vollrente, welcher dem Maße der durch den Unfall herbeigeführten Einbuße an Erwerbsfähigkeit entspricht (Teilrente). Ist der Verletzte nicht nur völlig erwerbsunfähig, sondern derart hilflos geworden, daß er ohne fremde Warte und Pflege nicht bestehen kann, so ist für die Dauer dieser Hilfslosigkeit die Rente auf 100% des Jahresarbeitsverdienstes zu erhöhen. Als Jahresarbeitsverdienst gilt für gewöhnliche Arbeiter das 300fache des durchschnittlichen Verdienstes für den vollen Arbeitstag. Soweit der Jahresarbeitsverdienst 1800 M. übersteigt, wird er nur mit ⅓ angerechnet.

b) Im Fall der Tötung ist als Schadensersatz außerdem zu leisten:

1. als Sterbegeld der 15. Teil des Jahresarbeitsverdienstes, jedoch mindestens ein Betrag von 50 Mk.,

2. eine den Hinterbliebenen vom Todestag ab zu gewährende Rente. Diese beträgt für:

α) die Witwe bis zu deren Tod oder Wiederverheiratung, sowie für jedes hinterbliebene Kind bis zu dessen zurückgelegtem 15. Lebensjahr je 20% des Jahresarbeitsverdienstes. Im Fall der Wiederverheiratung erhält die Witwe 60% des Jahresarbeitsverdienstes als Abfindung. Die Vorschriften über Renten der Kinder gelten auch für uneheliche Kinder, soweit der Verstorbene ihnen nach gesetzlicher Pflicht Unterhalt gewährt hat.

β) Verwandten in aufsteigender Linie wird, falls ihr Lebensunterhalt ganz oder größtenteils vom Verstorbenen bestritten worden war, bis zum Wegfall der Bedürftigkeit eine Rente von insgesamt 20% des Jahresarbeitsverdienstes gewährt.

γ) Elternlose Enkel erhalten unter gleicher Voraussetzung bis zum zurückgelegten 15. Lebensjahr eine Rente von zusammen ebenfalls 20% des Jahresarbeitsverdienstes.

Die unter α bis γ genannten Renten dürfen 60% des Jahresarbeitsverdienstes nicht übersteigen. Ergibt sich ein höherer Betrag, so werden die Renten gekürzt.

Während der ersten dreizehn Wochen nach dem Unfall hat die Gemeinde Krankenhilfe, wie oben bei der Krankenversicherung angegeben, zu gewähren, wenn er nicht bereits anderweitig versichert oder versicherungsfrei (s. o.) ist. Auf Erfordern der Gemeinde hat die Landkrankenkasse, mangels einer solchen die allgemeine Ortskrankenkasse die Krankenhilfe vorbehältlich späterer Erstattung durch die Gemeinde zu übernehmen.

An Stelle einer Krankenbehandlung und Rente kann die Berufsgenossenschaft

Heilanstaltspflege gewähren. Auf Antrag kann einem Rentenempfänger statt Rente auch Aufnahme in ein Invalidenhaus, Waisenhaus oder eine ähnliche Anstalt gewährt werden.

Die Renten werden durch die Post in monatlichen Raten im voraus gezahlt.

Die Versicherung der Arbeiter gegen die Folgen von Betriebsunfällen erfolgt auf Kosten der Betriebsunternehmer ohne Beihilfe aus öffentlichen Mitteln und ohne Beiträge der versicherten Arbeiter.

Die Betriebsunternehmer werden zum Zweck der Durchführung der Versicherung in Berufsgenossenschaften vereinigt, welche juristische Persönlichkeit und weitgehende Selbstverwaltung besitzen. Die Abgrenzung der Berufsgenossenschaften für die landwirtschaftliche Unfallversicherung findet nach örtlichen Bezirken statt; sie umfassen hier alle Berufszweige, für die sie errichtet sind.

Mitglied der Berufsgenossenschaft ist jeder Unternehmer, dessen Betrieb zu dem ihr zugewiesenen Betriebszweige gehört und in ihrem Bezirke seinen Sitz hat. Die Verwaltung der Genossenschaft wird durch den Vorstand geführt, welchem noch Vertreter der Versicherten angehören können, wenn dieses in den Satzungen vorgesehen ist. Diese schließen sich an die Verwaltungsorganisation nach Staaten und Provinzen an. Demgemäß erstrecken sich die land- und forstwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften fast immer über die Bezirke je eines Bundesstaates, und zwar besteht entweder für das ganze Gebiet nur *eine* Genossenschaft (Sachsen, Baden, Hessen) oder mehrere für die verschiedenen Verwaltungsbezirke (Preußen 12 Provinzen, Bayern 8 Kreise, Württemberg 4 Kreise), einzelne kleinere Bundesstaaten haben sich an die Berufsgenossenschaften von Nachbarstaaten angeschlossen (Lübeck und Waldeck an Gebietsteile von Oldenburg und Preußen).

Bei land- und forstwirtschaftlichen Betrieben, welche für Rechnung des Reiches oder eines Bundesstaates verwaltet werden, tritt an Stelle der Berufsgenossenschaft das Reich oder der Staat.

Die Mittel zur Deckung der von den Berufsgenossenschaften zu leistenden Entschädigungen und der Verwaltungskosten werden alljährlich nach dem Umlageverfahren aufgebracht. Dabei wird für jedes Jahr nur derjenige Betrag erhoben, welcher in ihm aus Anlaß der in diesem Jahr oder früher entstandenen Unfälle und an Verwaltungskosten bar auszuzahlen gewesen ist sowie außerdem derjenige Betrag, welcher in den Reservefond eingelegt werden muß (in der Regel 2% des Jahresbedarfs).

Die Umlage der Beträge erfolgt grundsätzlich nach der Höhe der mit dem Betrieb verbundenen Unfallgefahr (Gefahrenklassen) und nach der Höhe der in den betreffenden Jahren tatsächlich gezahlten Löhne.

Die Gefahrenklassen werden durch die Genossenschaftsversammlung je nach dem Grad der mit den verschiedenen Betrieben verbundenen Unfallgefahr gebildet, für das Verhältnis der an den einzelnen Gefahrenklassen zu leistenden Beiträge wird ein „Gefahrentarif" aufgestellt.

Der Arbeitsbedarf wird in der Land- und Forstwirtschaft nur abgeschätzt, durch Statut kann aber bestimmt werden, daß die Beiträge als Zuschläge zu bestimmten Staats- und Gemeindesteuern, namentlich zur Grundsteuer erhoben werden. Letzteres ist in Bayern, Sachsen, Württemberg und Hessen der Fall. In Preußen hat man die Wahl des Maßstabes den Berufsgenossenschaften anheimgestellt, von welchen drei die Umlegung nach dem Arbeitsbedarf, die übrigen neun aber jene nach der Grundsteuer beschlossen haben. Baden hat landesgesetzlich die Einschätzung nach dem Arbeitsbedarf vorgeschrieben.

Die Berufsgenossenschaften sind verpflichtet, Vorschriften zu erlassen:

1. über die von ihren Mitgliedern zur Verhütung von Unfällen in ihren Betrieben zu treffenden Einrichtungen,

2. über das in den Betrieben von den Versicherten zur Verhütung von Unfällen zu beobachtende Verhalten.

Zu der erstgenannten Gruppe von „Unfallverhütungs-Vorschriften" gehören Bestimmungen über a) Betriebseinrichtung z. B. Schlagführung, Schutzwehren, Wege, Brücken, Nachrichtendienst etc., b) solche über Ausrüstung der Arbeiter, Verwahrung der schneidenden Werkzeuge, Bereithaltung von Seilen und Verbandzeug, über Schutzbrillen etc.

Zur Beratung und zum Beschluß über diese Unfall-Verhütungsvorschriften sind Vertreter der Versicherten mit vollem Stimmrecht und in gleicher Anzahl wie die beteiligten Vorstandsmitglieder zuzuziehen.

§ 87. c. Invaliden- und Hinterbliebenen-Versicherung. Die land- und forstwirtschaftlichen Arbeiter stehen hier allen übrigen Kategorien gleich.

Der Versicherungspflicht sind unterworfen: alle Lohnarbeiter, Handlungsgehilfen, Lehrer etc. und kleinen Betriebsbeamten vom vollendeten 16. Lebensjahre ab bis zu einem Gehalt von 2000 Mk. Zur Selbstversicherung sind Betriebsbeamte, Lehrer etc. bis zum vollendeten 40. Lebensjahr berechtigt, wenn ihr regelmäßiger Jahresarbeitsverdienst zwar über 2000 Mk., aber nicht über 3000 Mk. beträgt, ferner Gewerbetreibende und andere Betriebsunternehmer, die in ihren Betrieben regelmäßig keine oder höchstens 2 Versicherungspflichtige beschäftigen, sowie Hausgewerbetreibende. Wer aus einem versicherungspflichtigen Verhältnis ausscheidet, kann die Versicherung freiwillig fortsetzen (Weiterversicherung).

Beamte und sonstige Beschäftigte im Dienste des Reiches, der Bundesstaaten oder Gemeindeverbände sind versicherungsfrei, wenn ihnen Anwartschaft auf Ruhegehalt im Mindestbetrag der Invalidenrente nach den Sätzen der 1. Lohnklasse sowie auf Witwenrente nach den Sätzen der gleichen Lohnklasse und auf Waisenrente gewährleistet ist. Versicherungsfrei ist ferner, wer eine reichsgesetzliche Invaliden- oder Hinterbliebenenrente bezieht oder invalide ist.

Von der Versicherungspflicht können auf ihren Antrag solche Personen befreit werden, die in bestimmten Jahreszeiten für nicht mehr als 12 Wochen oder überhaupt für nicht mehr als 50 Tage in einem Jahre Arbeit nehmen z. B. Holzhauer, Kulturarbeiter etc., soferne für sie nicht bereits 100 Wochen lang Beiträge gezahlt worden sind.

Gegenstand der Versicherung sind: Invaliden- oder Altersrenten sowie Renten, Witwengeld und Waisenaussteuer für Hinterbliebene.

Invaliden- oder Altersrente erhält, wer die Invalidität oder das gesetzliche Alter (vollendetes 70. Lebensjahr) nachweist, die Wartezeit erfüllt und die Anwartschaft aufrecht erhalten hat. Als Invalide gilt jener Versicherte, dessen Erwerbsfähigkeit infolge von Alter, Krankheit oder anderen Gebrechen auf weniger als ein Drittel herabgesetzt ist. Diese Rente wird auch jenen erwerbsunfähigen Versicherten gewährt, welche während 26 Wochen ununterbrochen krank oder die nach Wegfall des Krankengeldes invalide sind, für die weitere Dauer der Invalidität.

Hinterbliebenenfürsorge wird gewährt, wenn der Verstorbene zur Zeit seines Todes die Wartezeit für die Invalidenrente erfüllt und die Anwartschaft aufrecht erhalten hat. Witwengeld und Waisenaussteuer nur, wenn außerdem die Witwe zur Zeit der Fälligkeit der Bezüge selbst die Wartezeit für die Invalidenrente erfüllt und die Anwartschaft aufrecht erhalten hat.

Witwenrente erhält die dauernd invalide (s. o.) Witwe nach dem Tode ihres Mannes.

Waisenrente erhalten nach dem Tode des versicherten Vaters seine ehelichen Kinder unter 15 Jahren, nach dem Tode einer Versicherten ihre vaterlosen Kinder. Als vaterlos gelten auch uneheliche Kinder.

Erhält die Witwe keine Invalidenrente, weil sie durch eigene Beitragszahlung eine höhere Invalidenrente oder doch die Anwartschaft auf eine solche erworben hat, so erhält sie beim Tode ihres Mannes zum Ausgleich eine einmalige Zahlung in Gestalt des Witwengeldes und die Kinder bei Vollendung des 15. Lebensjahres eine Waisenaussteuer.

Um die infolge einer Erkrankung drohende Invalidität eines Versicherten oder einer Witwe abzuwenden, kann die Versicherungsanstalt ein Heilverfahren einleiten und insbesondere den Erkrankten in einem Krankenhaus oder in einer Anstalt für Genesende unterbringen.

Zur Erlangung eines Anspruches auf Invaliditäts- und Altersrente ist außer dem Nachweis der Erwerbsunfähigkeit und des gesetzlich vorgesehenen Alters erforderlich:

1. die Zurücklegung der vorgeschriebenen Wartezeit, 2. die Leistung von Beiträgen, 3. die Aufrechterhaltung der Anwartschaft.

Die Wartezeit beträgt:

a) bei der Invalidenrente, wenn mindestens für 100 Wochen Beiträge auf Grund der Versicherungspflicht geleistet worden sind, 200 Beitragswochen, andernfalls 500 Beitragswochen;

b) bei der Altersrente 1200 Beitragswochen.

Freiwillige Beiträge werden nur dann auf die Wartezeit angerechnet, wenn mindestens 100 Beiträge auf Grund der Versicherungspflicht oder der Selbstversicherung geleistet worden sind.

Die Zeit bescheinigter, mit zeitweiser Erwerbsunfähigkeit verknüpfter Krankheit, ebenso die Zeit militärischer Dienstleistung werden als Beitragszeit gerechnet, ohne daß Beiträge gezahlt zu werden brauchen, soweit beide volle Wochen umfassen.

Die Renten-Beiträge richten sich nach Lohnklassen, deren fünf gebildet worden sind, in welchen die Arbeiter nicht nach der Höhe ihres tatsächlichen Verdienstes, sondern nach Durchschnittslöhnen für große Kategorien von Arbeitern eingereiht sind.

Die Klassen sind folgende:

Klasse I. bis zu 350 Mk. einschließlich,
„ II. von mehr als 350 Mk. bis einschließlich 550 Mk.
„ III. „ „ „ 550 „ „ „ 850 „
„ IV. „ „ „ 850 „ „ „ 1150 „
„ V. „ „ „ 1150 „

Die Anwartschaft erlischt, wenn während zweier Jahre nach dem auf der Quittungskarte verzeichneten Ausstellungstag weniger als 20 Wochenbeiträge auf Grund der Versicherungspflicht oder der Weiterversicherung entrichtet worden sind. Als Wochenbeitrag zählen auch: Militärdienst- und Krankenzeiten sowie Zeiten ohne versicherungspflichtige Beschäftigung, während welcher der Anwärter Invaliden- oder Altersrente oder Unfallrente von mindestens 20% der Vollrente bezogen hat.

Die Versicherungsleistungen bestehen aus einem festen Reichszuschuß und einem Anteil der Versicherungsanstalt. Ersterer beträgt jährlich 50 Mk. für jede Invaliden-, Alters- und Witwenrente und 25 Mk. für jede Waisenrente, einmalig 50 Mk. für jedes Witwengeld, 16⅔ Mk. für jede Waisenaussteuer. Der Anteil der

Versicherungsanstalten richtet sich nach den gezahlten Beiträgen und den Militärdienst- und Krankheitszeiten, die als Beitragswochen gelten.

Die Invalidenrente wird in der Weise berechnet, daß einem Grundbetrage die der Zahl der Beitragswochen entsprechenden Steigerungssätze hinzugerechnet werden.

Für Klasse	beträgt der Grundbetrag	Steigerungssatz
I	60 Mk.	3 Pfg.
II	70 ,,	6 ,,
III	80 ,,	8 ,,
IV	90 ,,	10 ,,
V	100 ,,	12 ,,

Der Berechnung des Grundbetrages der Invalidenrente werden stets 500 Beitragswochen zugrunde gelegt. Sind weniger als 500 Beitragswochen nachgewiesen, so werden für die fehlenden Wochen Beiträge der Klasse I in Ansatz gebracht. Sind mehr als 500 Beitragswochen nachgewiesen, so werden stets die 500 Beiträge der höchsten Lohnklassen zugrunde gelegt. Kommen für diese 500 Wochen verschiedene Lohnklassen in Betracht, so wird als Grundbetrag der Durchschnitt der diesen Beiträgen entsprechenden Grundbeträge in Ansatz gebracht.

Die Invalidenrente beträgt demnach

für Klasse	nach 200 Wochen (Minimum)	nach 2500 Wochen (50 Jahre)
I	116 Mk.	185 Mk.
II	132 ,,	270 ,,
III	146 ,,	330 ,,
IV	160 ,,	390 ,,
V	174 ,,	450 ,,

Hat der Empfänger der Invalidenrente Kinder unter 15 Jahren, so erhöht sich diese für jedes Kind um ein Zehntel bis zu dem höchstens anderthalbfachen Betrage.

Bei der Altersrente beträgt der von der Versicherungsanstalt aufzubringende Teil

in Lohnklasse I	60 Mk.
,, ,, II	90 ,,
,, ,, III	120 ,,
,, ,, IV	150 ,,
,, ,, V	180 ,,

Kommen Beiträge in verschiedenen Lohnklassen in Betracht, so wird der Durchschnitt der diesen Beiträgen entsprechenden Altersrente gewährt. Sind mehr als 1200 Beitragswochen nachgewiesen, so sind die 1200 Beiträge der höchsten Lohnklasse zugrunde zu legen.

Die Altersrente beträgt daher wenigstens

für Lohnklasse I	110 Mk.
,, ,, II	140 ,,
,, ,, III	170 ,,
,, ,, IV	200 ,,
,, ,, V	230 ,,

Die Witwen- und Waisenrenten setzen sich zusammen aus dem Reichszuschusse von 50 und 25 Mk. und dem Anteile der Versicherungsanstalt. Letzterer beträgt bei Witwenrenten drei Zehntel, bei Waisenrenten für eine Waise drei Zwanzigstel, für jede weitere Waise der Invalidenrente, die der Ernährer zur

Zeit des Todes bezog oder bei Invalidität bezogen hätte. Die Renten der Hinterbliebenen dürfen zusammen nicht mehr betragen als das Anderthalbfache der Invalidenrente, die Waisenrenten allein dürfen ihr höchstens gleichkommen. Die Witwenrenten fallen bei der Wiederverheiratung, die Waisenrenten mit Vollendung des 15. Lebensjahres fort.

Das Witwengeld beträgt das Zwölffache des Monatsbetrages der Witwenrente, die Waisenaussteuer den achtfachen Monatsbetrag der Waisenrente.

Eine Erhöhung dieser Bezüge ist durch Verwendung von Zusatzmarken möglich, die von den Versicherungspflichtigen sowohl als von Versicherungsberechtigten zu jeder Zeit und in beliebiger Zahl eingeklebt werden können, der Wert jeder solcher Marke beträgt 1 Mk. Hiedurch ergeben sich als Zusatzrente sovielmal 2 Pfg., als beim Beginn der Invalidität Jahre seit Verwendung der Zusatzmarken vergangen sind.

Durch Statut der Gemeinden oder Gemeindeverbände kann bestimmt werden, daß an landwirtschaftliche Arbeiter mit deren Zustimmung bis zu zwei Dritteln der Rente nicht in Geld, sondern in Sachen gewährt werden.

Die Auszahlung der Renten erfolgt monatlich im voraus durch die Post.

Die Mittel für die Versicherung werden vom Reich, den Arbeitgebern und den Versicherten aufgebracht. Das Reich leistet die oben angegebenen Zuschüsse für die in jedem Jahr tatsächlich gezahlten Renten, Witwengelder und Waisenaussteuern. Die Arbeitgeber und die Versicherten entrichten für jede Woche der versicherungspflichtigen Beschäftigungen (Beitragswochen) laufende Beiträge zu gleichen Teilen. Diese Beiträge werden vom Bundesrat im voraus für je zehn Jahre (zunächst bis 31. XII. 20) festgesetzt, Aenderungen bedürfen der Genehmigung des Reichstages.

Bis auf weiteres wird als Wochenbeitrag erhoben:

in Lohnklasse I	16 Pfg.
,, ,, II	24 ,,
,, ,, III	32 ,,
,, ,, IV	40 ,,
,, ,, V	48 ,,

Als Beitragswochen der Lohnklasse II werden, ohne daß Beiträge gezahlt zu werden brauchen, die vollen Wochen angerechnet, in denen der Versicherte Militärdienst geleistet oder wegen einer Krankheit zeitweise arbeitsunfähig und nachweislich verhindert gewesen ist, seine Berufstätigkeit fortzusetzen.

Die Beiträge werden in Form von Marken (für je 1, 2 oder 13 Wochen) entrichtet, die bei jeder Lohnzahlung vom Arbeitgeber oder vom Versicherten in Quittungskarten eingeklebt und durch Eintragung des Datums entwertet werden, die Karten sind innerhalb zweier Jahre vom Tage der Ausstellung ab berechnet zum Umtausch einzureichen.

Die Durchführung der Invaliditäts- und Altersversicherung erfolgt durch besondere Versicherungsanstalten, deren Bezirke an die weiteren Kommunalverbände angelehnt werden sollen, aber auch Gebiete oder Gebietsteile mehrerer Kommunalverbände oder Bundesstaaten umfassen dürfen. Jede Versicherungsanstalt verwaltet ihre Einnahmen und ihr Vermögen selbständig, muß aber mindestens ein Viertel ihres Vermögens in Anleihen des Reiches oder der Bundesstaaten anlegen. Das Vermögen jeder Anstalt teilt sich in ein Gemeinvermögen und in ein Sondervermögen. Aus dem Gemeinvermögen, das durch jährliche Ausscheidung von 50 % der Einnahmen buchmäßig gebildet wird, ist von allen Anstalten gemeinschaftlich die Gemeinlast zu bestreiten. Diese umfaßt: die Grundbeträge der Invalidenrenten

und die Zuschüsse für die Kinderrenten, die Anteile der Versicherungsanstalten an den Altersrenten, Witwen-, Waisenrenten, Witwengeld und Waisenaussteuer, die Steigerung der Renten infolge von Militär- und Krankheitswochen und die Rentenaufrundungen. Alle übrigen Ausgaben bilden die Sonderlast der Versicherungsanstalt. Mehrere Versicherungsanstalten können sich zur Tragung der Kosten der Invaliden-Hinterbliebenenversicherung vereinigen (Rückversicherungsverbände).

Alle Versicherungspflichtigen gehören jener Versicherungsanstalt an, in deren Bezirk ihr Beschäftigungsort liegt. Die allgemeine Vertretung der Interessenten führt ein aus mindestens zehn Mitgliedern bestehender Ausschuß, in welchem Arbeitgeber und Versicherte zu gleicher Anzahl vertreten sind. Die Verwaltung besorgt der Vorstand, in welchem ebenfalls Arbeitgeber und Versicherte vertreten sind, er hat die Eigenschaft einer öffentlichen Behörde. Seine Geschäfte führen ein oder mehrere Beamte des Gemeindeverbandes oder Bundesstaates, für die die Versicherungsanstalt errichtet ist.

II. Geschäftsbehandlung.

§ 88. Die Geschäftsbehandlung hat zu untersuchen, in welcher Weise formell die Lösung der wirtschaftlichen Aufgaben durch die Organe der Forstverwaltung erfolgen soll, und welche Arbeitsteile den verschiedenen Dienstesstufen hiebei zuzuweisen sind.

Die Form der Geschäftsbehandlung ist wesentlich von der Organisation des Forstdienstes bedingt; hier soll lediglich die Geschäftsbehandlung in der Staatsforstverwaltung untersucht werden, da sich nicht nur die gleichen, allgemeinen Gesichtspunkte, sondern häufig auch dieselben Formen, nur vereinfacht, in der Gemeinde- und Privat-Forstverwaltung wiederfinden.

1. Geschäfte der Projektierung.

§ 89. Alle Betriebsgeschäfte, welche innerhalb eines gewissen Zeitraumes zur Ausführung gelangen, beruhen auf Voranschlägen, welche von den zuständigen Behörden genehmigt sind. Dieses ist sowohl mit Rücksicht auf einen geordneten Geschäftsgang als auch aus finanziellen Gründen notwendig.

Die Geschäfte der Forstverwaltung sind so vielseitig, daß es für den ausführenden Beamten unerläßlich ist, schon im voraus einen klaren Ueberblick über die auszuführenden Arbeiten zu haben, um hienach seine Anordnungen treffen zu können. Wegen den weitreichenden Folgen, welche sich an die wirtschaftlichen Operationen knüpfen, müssen bereits die Pläne hiefür von den zuständigen Aufsichts-Organen geprüft werden.

Der Forstbetrieb hat die Aufgabe, Erträge zu liefern, weiter erfordert aber seine Durchführung auch gewisse Geldmittel. Einnahmen sowohl als Ausgaben müssen mit den allgemeinen wirtschaftlichen Verhältnissen und den Ansätzen des Staatshaushalts-Etats harmonieren.

Diesen Anforderungen läßt sich ebenfalls nur dann genügen, wenn die Betriebsgeschäfte auf Grund sorgfältig aufgestellter und geprüfter Pläne zur Durchführung gelangen.

Im Forstbetrieb lassen sich je nach der Periode, auf welche sie sich beziehen, 2 Gruppen von solchen Anschlägen unterscheiden, nämlich 1) die generelle Projektierung, welche sich über einen längeren Zeitraum erstreckt und 2) die spezielle Projektierung, welche sich allein auf das kommende Wirtschaftsjahr bezieht.

§ 90. Die generelle Projektierung erfolgt ebenso wie die spezielle nach den beiden eben angeführten Richtungen, nämlich a) vom forsttechnischen und b) vom finanziellen Standpunkt aus.

Bei der Forsteinrichtung werden jene Wirtschaftsoperationen bestimmt, deren Ausführung innerhalb des nächsten (meist 10 Jahre umfassenden) Zeitabschnittes nach den Grundsätzen der Wissenschaft und den örtlichen Bedürfnissen als notwendig oder doch als erwünscht erscheint, wobei allerdings auch die finanziellen Verhältnisse und die allgemeine wirtschaftliche Lage, soweit es hier möglich ist, Berücksichtigung finden.

In Anhalt an die technischen Bestimmungen der Betriebsregulierung erfolgt alsdann die Projektierung vom finanziellen Standpunkt aus.

Wie alle Einnahmen und Ausgaben des Staates, so werden auch jene aus dem Forstbetrieb in das Staatshaushaltungsplan aufgenommen und durch das jeweilige Finanzgesetz festgestellt. Die Aufstellung des Etatsvoranschlags für die Staatsforstverwaltung erfolgt durch die Direktionsstellen auf Grund der von den Verwaltungs- und Inspektionsstellen zu liefernden Angaben unter Berücksichtigung des technischen Momentes und der allgemeinen Finanzlage. Der Erlaß des Finanzgesetzes ist Sache der gesetzgebenden Faktoren; durch dieses werden die Betriebs-Einnahmen und Betriebs-Ausgaben staatsrechtlich für je eine Finanzperiode festgesetzt. Wo einjährige Finanzperioden bestehen, werden meist im Interesse der Geschäftsvereinfachung die Einnahmen und Ausgaben der einzelnen Oberförstereien von der Zentral-Forstverwaltung für eine längere Periode veranschlagt (in Preußen z. B. nach einem regelmäßigen Turnus für 6 Jahre).

Die Veranschlagung aller Einnahmen und Ausgaben des Staates erfolgt, um eine Ordnung und Uebersicht über das gesamte Kassen- und Rechnungswesen zu ermöglichen, nach einem bestimmten Schema, welches unter Anlehnung an die verschiedenen Zweige der Verwaltung in Abschnitte, Rubriken, Titel etc. geteilt ist; diese gehen mit der gleichen Bezifferung und Benennung durch das ganze Etats- und Rechnungswesen des Staates hindurch.

§ 91. Auf Grund der periodischen Betriebspläne und der Bestimmungen des Staatshaushaltetats, welche den Inspektions- und Verwaltungsstellen in geeigneter Weise, soweit sie deren Wirkungskreis betreffen, mitgeteilt worden sind, erfolgt die spezielle Projektierung durch Aufstellung der verschiedenen Wirtschaftspläne für das kommende Jahr unter Berücksichtigung der forstwirtschaftlichen Bedürfnisse, der Absatz- und Arbeiterverhältnisse sowie der zur Verfügung stehenden Mittel und zu erzielenden Einnahmen.

Die Ausführung der Betriebsgeschäfte hängt von der Jahreszeit, sowie der Witterung ab und bildet innerhalb eines Zeitraumes von 12 Monaten einen Zyklus, welcher am Schluß des Kalenderjahres keinen passenden Abschnitt besitzt. Man hat deswegen im Forstbetrieb ein eigenes, von jenem abweichendes Wirtschaftsjahr eingeführt, welches meist mit dem 1. Oktober beginnt und mit dem 30. September endigt.

Die Verrechnung der Einnahmen und Ausgaben erfolgt aber aus finanzpolitischen Gründen für einen, meist ebenfalls vom Kalenderjahr verschiedenen Zeitabschnitt, nämlich für das Etats- oder Rechnungsjahr (gewöhnlich 1. April bis 31. März). Die Bestimmungen darüber, wie der Zusammenhang zwischen Wirtschafts- und Etatsjahr hergestellt wird, sind in den einzelnen Staaten verschieden. So werden z. B. die Einnahmen und Ausgaben des am 30. September endenden Wirtschaftsjahres in Hessen für das bereits am 31. März desselben Jahres, also ein

halbes Jahr früher abgelaufene Rechnungsjahr, in Preußen dagegen erst für das am 31. März des folgenden Kalenderjahres endenden Rechnungsjahr verrechnet, so daß eine am gleichen Tage in beiden Staaten gemachte Einnahme oder Ausgabe unter Umständen für zwei ganz verschiedene Jahre gebucht wird, was bei statistischen Arbeiten wohl zu berücksichtigen ist.

§ 92. Die wichtigsten speziellen Betriebspläne, welche bisweilen zu einem gemeinsamen Wirtschaftsplan vereinigt werden (Hessen) sind folgende:

1. Der Hauungs- oder Fällungsplan. Dieser enthält die Bestimmungen für die Holznutzungen während des nächsten Wirtschaftsjahres nach Hiebsort, Hiebsart und voraussichtlichem Fällungsergebnis. Dem Hauungsplane wird gewöhnlich eine Berechnung des nach der Betriebsregulierung und den bisherigen Fällungen des betreffenden Zeitabschnittes zulässigen Hiebssatzes beigegeben. Beabsichtigte Abweichungen hievon müssen durch technische oder allgemein wirtschaftliche Gründe motiviert werden.

2. Der Kulturplan gibt eine Uebersicht über die auszuführenden Forstverbesserungen nach verschiedenen Unterabteilungen. Außer dem Ort der auszuführenden Arbeiten und der Kulturmethode muß er auch ersehen lassen, welche Samen- und Pflanzenmengen zur Verwendung gelangen sollen und welche Kosten erforderlich werden.

3. Der Wegbauplan, welcher bisweilen, wie z. B. in Preußen hinsichtlich der Holzabfuhrwege, mit dem Kulturplan vereinigt ist. In diesem werden die Unterhaltungsarbeiten von den Neubauten getrennt. Erstere werden nur summarisch nach den erfahrungsmäßigen Durchschnittssätzen beantragt, während bei den letzteren eine viel genauere Form des Kostenvoranschlages notwendig ist. Bei wichtigen Arbeiten müssen auch die nötigen Zeichnungen, Massenberechnungen und Kostenvoranschläge für die einzelnen Arbeitsteile nebst Erläuterungen zur Vorlage gelangen.

4. Der Nebennutzungsplan. In ähnlicher Weise wie durch den Fällungsplan die Anordnungen über die Gewinnung der Hauptnutzung sollen durch diesen solche für die Werbung der zulässigen oder gebotenen Nebennutzungen gegeben werden. Wegen der verhältnismäßig untergeordneten Bedeutung, welche diese in den meisten Forsthaushalten besitzen, wird der Nebennutzungsplan viel weniger eingehend und häufig wenigstens nicht für sämtliche Nutzungen alljährlich, sondern nur periodisch vollständig aufgestellt, es genügt gewöhnlich alsdann alljährlich ein berichtlicher Antrag, in welchem namentlich die auf Grund von Berechtigungen erfolgenden Abgaben besonders berücksichtigt werden.

5. Wenn die Jagden selbst verwaltet werden, ist auch ein eigener Jagdbetriebsplan aufzustellen, welcher auf Grund einer Uebersicht über den vorhandenen Wildstand den zulässigen Abschuß und außerdem die voraussichtlichen Kosten, sowie den zu erwartenden Ertrag angibt.

6. Der Bauantrag für Dienstgebäude. Durch diesen werden nur jene Verbesserungen, welche von seiten des Staates hergestellt werden müssen, alljährlich regelmäßig zur Kenntnis der vorgesetzten Behörden gebracht. Anträge auf Neubauten dagegen erfordern wegen Ausarbeitung der Baupläne und Erwirkung der notwendigen Mittel einen eigenen Instanzenzug.

7. Preis- und Lohn-Voranschläge. Wenn sich der Preis der Forstprodukte auch naturgemäß nach den allgemeinen Marktverhältnissen bestimmt und mit diesen fortwährend ändert, so ist es doch notwendig, daß die Forstverwaltung entsprechende Durchschnittswerte als Taxen festsetzt, um hienach die zu erwartenden Erlöse und den ganzen Wirtschaftseffekt berechnen zu können. Außerdem bilden

diese einen wichtigen Anhaltspunkt bei der Materialverwertung und sind maßgebend bei der Verrechnung aller Materialabgaben, bei denen nicht eine besondere Preisfestsetzung unter allgemeiner Konkurrenz stattfindet (Handabgaben, Besoldungsholz, Verbuchung des Geldwertes bei Berechtigungsabgaben).

Die Taxen sollen den augenblicklichen Marktpreisen möglichst nahe stehen und werden deshalb, wenigstens für das Holz, bisweilen alljährlich, meist aber alle 3 oder 6 Jahre, bei starken Preisschwankungen noch öfter, neu bestimmt. Die Taxen der Nebennutzungen bleiben meist für einen längeren Zeitraum gleich und werden auch nach andern Gesichtspunkten reguliert, als die Holztaxen, da meistbietender Verkauf hier seltener vorkommt und ein Teil dieser Nutzungen zur Unterstützung der ärmeren Bevölkerung und der Waldarbeiter dient (Leseholz, Waldgras, Streu auf den Wegen etc.).

Die Anträge auf Regulierung der Preise enthalten gewöhnlich den bisherigen Preis, Durchschnittserlös der letzten Zeit, Absatzlage und Vorschlag der künftigen Taxe mit entsprechender Begründung.

Die Festsetzung der Löhne erfolgt nach den oben in S. 654 erörterten allgemeinen Gesichtspunkten unter Berücksichtigung der augenblicklichen Lebensmittelpreise und der Nachfrage nach Arbeit. Sie enthalten die Höchstbeträge, bis zu welchen der Revierverwalter ohne besondere Ermächtigung gehen darf.

Die Bestimmung der Taglohnhöhe bietet keine besondere Schwierigkeit. Die Einheitssätze für Akkordarbeit müssen so bemessen werden, daß ein mittlerer Arbeiter unter gewöhnlichen Verhältnissen mindestens ebenfalls den Taglohnsatz gewöhnlicher Arbeiter verdienen kann. Liegen in dieser Beziehung noch keine Erfahrungen vor, so muß die Leistungsfähigkeit durch vorsichtiges und sorgfältiges Probieren unter fortwährender Ueberwachung ermittelt werden.

Die ebenfalls stets mit Begründung vorzulegenden Anträge auf Abänderung der Löhne müssen neben den neuen Sätzen auch die bisherigen ersehen lassen.

8. Der Forsteinrichtungsantrag, durch welchen die zur Durchführung der Forstvermessungs- und Forsteinrichtungsarbeiten erforderlichen Geldmittel und Arbeitskräfte erwirkt werden sollen, wird nicht alljährlich, sondern nur kurz vor Ablauf einer Wirtschaftsperiode eingereicht. Dagegen findet sich bisweilen alljährlich ein Antrag auf Bewilligung der nötigen Mittel für Unterhaltung der Eigentums- und Wirtschaftsgrenzen.

§ 93. Die Aufstellung der verschiedenen Anträge ist Aufgabe des Revierverwalters, welcher sich im Lauf des Jahres die nötigen Angaben hierzu sammelt. Die Betriebspläne müssen allenthalben so frühzeitig bei der vorgesetzten Behörde eingereicht werden, daß ihre Prüfung und Festsetzung noch vor Beginn der Arbeiten erfolgen kann. Gewöhnlich erfolgt ihre Aufstellung nach Beendigung der Frühjahrskulturen.

Die Prüfung der Anträge ist Sache der Inspektionsbeamten und zwar muß diese nach doppelter Richtung geschehen: auf dem Bureau auf Grund der generellen Betriebspläne und Etats, dann, wenigstens bezüglich der wichtigeren Betriebsgeschäfte namentlich der Hauungen und Kulturen, auch an Ort und Stelle.

Meinungsverschiedenheiten über die auszuführenden Geschäfte oder über die Art und Weise ihrer Durchführung können dadurch entschieden werden, daß die Ansicht des Inspektionsbeamten zunächst maßgebend bleibt und gegen diese nur der Weg der Beschwerde zulässig ist. Viel zweckmäßiger erscheint es jedoch, wenn die Ansicht des mit den örtlichen Verhältnissen in der Regel wenigstens am genauesten vertrauten Wirtschaftsbeamten nebst der abweichenden Meinung des Inspektions-

beamten dem Kollegium der Inspektionsbeamten (Bayern) vorgelegt wird, welches alsdann je nach der Sachlage entweder lediglich auf Grund der Akten oder nach vorheriger örtlicher Prüfung durch einen besonderen Kommissär entscheide.

Nach erfolgter Prüfung der Betriebspläne werden diese dem Verwaltungsbeamten zur Ausführung der genehmigten Arbeiten zurückgegeben, gleichzeitig werden ihm durch Eröffnung der nötigen Kredite bei der Forstkasse die hierzu erforderlichen Mittel zur Verfügung gestellt.

2. Geschäfte der Ausführung.

§ 94. Die Grundsätze der Wissenschaft, die Bestimmungen des genehmigten Wirtschaftsplanes und die verfügbaren Mittel bilden die Grundlagen für die Durchführung der Betriebsgeschäfte.

Für den Wirtschaftsbeamten ist die Größe des für die einzelnen Geschäftsteile zur Verfügung gestellten Kredites unbedingt bindend, er bleibt für jede Ueberschreitung persönlich haftbar. Sollten die Kredite zur Ausführung der beantragten oder im Lauf des Jahres notwendig werdenden Arbeiten nicht ausreichen, so ist, falls nicht Gefahr im Verzug ist, vor Ueberschreitung der genehmigten Summe, andernfalls aber so rasch als möglich die Bewilligung weiterer Mittel nachzusuchen.

Die Uebertragungen von Ersparnissen an einzelnen Kreditspositionen zur Bestreitung von Mehrausgaben bei andern (Virements) dürfen von den Verwaltungsbeamten niemals und selbst von den höheren Stellen nur innerhalb der gesetzlichen Schranken, welche in den einzelnen Staaten verschieden sind, vorgenommen werden.

Dagegen kann der Wirtschaftsbeamte für die Erreichung des voraussichtlichen Gelderlöses nicht verantwortlich gemacht werden, wenn nicht eine unter Umständen sehr unwirtschaftliche Ueberschreitung des beantragten Fällungsquantums eintreten soll. In der Regel nimmt man daher letzteres als maßgebend an, wobei natürlich ein strenges Festhalten an dessen Ziffern im einzelnen aus technischen und finanziellen Gründen weder möglich noch erwünscht ist. Stets wird dem Wirtschaftsbeamten, wenigstens bezüglich der verschiedenen Positionen, ein gewisser Spielraum eingeräumt, vorausgesetzt, daß der Gesamtanfall dem Antrage nahezu entspricht. Am strengsten wird in dieser Beziehung die Nutzung des Holzes überwacht, so darf in Preußen von seiten des Revierverwalters das gesamte Fällungssoll ohne Genehmigung überhaupt nicht, in Hessen nur bis um 5 % überschritten werden. In neuerer Zeit ist hinsichtlich der Durchforstungserträge größere Freiheit gewährt, da für sie nur die Größe der zu durchforstenden Fläche, nicht aber der geschätzte Anfall maßgebend bleibt.

Es erscheint jedoch wünschenswert, nicht nur bei Aufstellung des Fällungsplanes, sondern auch bei dessen Ausführungen den kaufmännischen Standpunkt mehr als bisher üblich zu berücksichtigen und etwaigen Aenderungen in den Handelskonjunkturen, sei es durch Abweichung vom Fällungsquantum im ganzen, sei es in den einzelnen Positionen ohne bureaukratische Engherzigkeit, wenn auch natürlich nur nach vorhergegangener Genehmigung, Rechnung zu tragen. Man fordert jetzt mit Recht, daß die Dezernenten der Zentral- und Mittelstellen für Holzverwertung gerade in dieser Richtung von größeren Gesichtspunkten ausgehend anregend und leitend eingreifen.

Bei Durchführung der wichtigeren Geschäfte des Forsthaushaltes sind im einzelnen folgende formelle Gesichtspunkte zu beobachten.

§ 95. Holzernte. Die wichtigste Vorarbeit für den Fällungsbetrieb bildet

die Anweisung der Schläge nach Maßgabe des genehmigten Hauungsplanes. Diese Auszeichnung erfolgt bei der Winterfällung im Spätsommer und Frühherbst, bei der Sommerfällung im Frühjahr. Sie bildet eine der wesentlichsten Aufgaben des Revierverwalters, nur minder wichtige Hiebe dürfen unter Verantwortlichkeit des Oberförsters von dem entsprechend zu instruierenden Schutzpersonal ausgezeichnet werden. Bei der hohen Bedeutung eines guten Durchforstungsbetriebes muß der Revierverwalter der Auszeichnung dieser Hiebe ein größeres Maß von eigener Tätigkeit zuwenden, als bisher üblich war. Unter allen Umständen muß strenge darüber gewacht werden, daß die Durchforstungen keinenfalls ohne vorherige Auszeichnung durch die Betriebsbeamten zur Ausführung gelangen.

Die Ermittlung des voraussichtlichen Materialanfalles geschieht bei dieser Gelegenheit gewöhnlich lediglich durch Schätzung nach dem Augenmaß; nur dann, wenn das Holz stehend verwertet werden soll, wird eine genauere Massenermittlung und eine genaue Aufzeichnung über das angewiesene Material vorgenommen.

Die Fällungen finden in den Verjüngungsschlägen des Hochwaldes meist während des Spätherbstes und Winters, im höheren schneereichen Gebirg vom Weggang des Schnees bis zum Herbst, im Ausschlagswald meist während der Monate Februar bis Mai statt. Die Ausführung der Durchforstungs- und Reinigungshiebe ist weniger streng an eine bestimmte Jahreszeit gebunden, und können diese mit Vorteil zur Beschäftigung der ständigen Waldarbeiter benützt werden, wenn sonstige Arbeitsgelegenheit mangelt.

Nach Beendigung der Hiebe folgt die Uebernahme des Materiales für die Forstverwaltung durch die Numerierung, Abmessung und Verbuchung in den Nummernbüchern, Abzählungsprotokollen etc. Die eigentliche Materialaufnahme ist Sache des Betriebspersonals, diese wird vom Revierverwalter geprüft (Schlagabnahme). Aus den Nummernbüchern werden hierauf jene Listen gefertigt, welche die Grundlage für Material-Einnahme und -Ausgabe, sowie für den Verkauf bilden. Sie sind in den einzelnen Staaten sehr ungleich eingerichtet und führen verschiedenartige Bezeichnungen.

An die Uebernahme der Fällungsergebnisse schließt sich die Berechnung des Hauerlohnes und dessen Auszahlung an, soweit die Holzhauer nicht bereits während der Arbeit hierauf Abschlagszahlungen erhalten haben.

Das übernommene und verbuchte Material wird nach den bestehenden Vorschriften verwertet, an die Berechtigten übergeben, im Forsthaushalt selbst verwendet etc., soweit der Verkauf nicht schon vor dem Einschlage erfolgt ist.

Die Materialverwertung nach den vorgeschriebenen Formen und innerhalb der verordnungsmäßigen Grenze ist Sache des Revierverwalters; nur dann, wenn dessen Befugnisse nicht mehr ausreichen, namentlich bei erheblichem Zurückbleiben der Angebote hinter der Taxe wird die Genehmigung der Inspektions- und unter Umständen sogar der Direktionsstellen erforderlich.

Das Betriebspersonal ist nur ausnahmsweise zur Holzabgabe in eigener Zuständigkeit befugt, meist dann, wenn augenblickliche, nicht abwendbare Gefahr der Entwendung vorliegt.

Wie über die Holzeinnahme so muß auch über die Holzausgabe entsprechende Vormerkung geführt werden.

In manchen Staaten dienen jene Listen (Schlagregister), in welchen die geschehene Abgabe sowie der Erlös vorgemerkt wird, gleichzeitig auch als Beleg für die Materialausgabe (Bayern), in andern Staaten muß hierüber nochmals eine beson-

dere Aufschreibung vorgenommen werden. Die Verkaufslisten gehen an die Forstkasse, welche hienach die Erhebung der Erlöse vornimmt.

Die Ueberweisung des abzugebenden Materiales an die Empfänger ist Sache des einschlägigen Forstschutzbeamten, weil dieser nur hiedurch in die Lage versetzt wird, den Forstschutz in wirksamer Weise auszuüben, und weil er zugleich die ordnungsmäßige Materialabgabe kontrollieren soll.

§ 96. Nebennutzungen. Im wesentlichen ist der formelle Gang bei Gewinnung und Verwertung der Nebennutzungen der gleiche wie bei der Holzernte. Als Verschiedenheiten sind hier folgende Momente hervorzuheben:

Die Gewinnung des Holzes erfolgt, wenigstens in Deutschland, fast ausschließlich auf Rechnung des Waldbesitzers, während die Werbung der Nebennutzungen in ungleich ausgedehnterem Maß den Empfängern selbst überlassen bleibt. Es geschieht dieses deshalb, weil viele Nebennutzungen zur Unterstützung der ärmeren Bevölkerung dienen sollen und diesen alsdann weit billiger abgelassen werden können, als wenn die Forstverwaltung erst beträchtliche Kosten hiefür hätte aufwenden müssen. Nur unter dieser Voraussetzung können manche Nutzungen, wie Beeren und Pilze, welche in vielen Gegenden eine große Einnahmequelle bilden, überhaupt gewonnen werden. Bei verschiedenen Produkten, z. B. Gras zur Grünfütterung, ist es ihrer Natur nach ausgeschlossen, daß sie von der Forstverwaltung eine Zeitlang im voraus bereit gestellt werden. Endlich liegt auch die Gewinnung mancher Produkte, z. B. landwirtschaftliche Benutzung von Grundstücken, Betrieb eines Steinbruches etc. so weit außerhalb des sonstigen Geschäftskreises der Forstverwaltung, daß ihre sachgemäße Werbung eine besondere Organisation und damit unverhältnismäßige Kosten erfordern würde.

Bei der Verwertung der Nebennutzungen ist als Besonderheit hervorzuheben, daß neben den übrigen Abgabeformen auch die bei der Holzernte nicht übliche Form der Verpachtung nicht selten ist; dies geschieht entweder für je ein Jahr oder für eine längere Periode.

Die Einleitung der Nutzung erfolgt hier ebenfalls durch den Revierverwalter, doch ist dessen Vorgehen sehr verschieden je nach der Art der Nutzung und der Verwertungsform.

Wenn die Gewinnung der Produkte durch die Forstverwaltung selbst geschieht, oder wenn sich die Gestehungskosten nach der Einheit des Verkaufsmaßes richten, so findet in den meisten Fällen eine Aufnahme des angefallenen Materials durch das Schutzpersonal in den Nummernbüchern wie bei der Holzernte statt.

Teils aus diesen Nummernbüchern, teils nach den Ergebnissen der Versteigerungen und sonstigen Verkaufsverhandlungen werden die Verkaufslisten nach Analogie der Holzverkaufslisten, sowie die Vormerkung über das gewonnene Material gefertigt.

Die Verwertung der Nebennutzungen ist Sache des Revierverwalters, der meistbietende Verkauf findet hier weniger häufig statt als beim Holz. Verpachtungen, die sich über mehrere Jahre erstrecken, unterliegen stets der Genehmigung der vorgesetzten Behörden.

Die Ueberwachung der Gewinnung der Nebennutzungen und die Ueberweisung der Produkte, soweit eine solche erforderlich ist, gehört zu den Obliegenheiten des Schutzpersonales.

§ 97. Forstkulturen und Wegebauten.

1. Forstkulturen. (Künstliche Verjüngung.) a) Saat: Die wichtigste Vorarbeit bildet hier die Beschaffung des nötigen Samens. Diese kann erfolgen

α) durch Selbstgewinnung, β) durch Bezug von anderen Revieren oder von Klenganstalten, welche von der Forstverwaltung selbst betrieben werden, und γ) durch Ankauf in Samenhandlungen.

Aus mehrfachen Rücksichten erscheint es im letzteren Fall zweckmäßig, daß nicht jede einzelne Oberförsterei ihren Samenbedarf für sich bezieht, sondern daß der Ankauf für einen größeren Bezirk gemeinschaftlich durch die Inspektions- oder durch die Direktionsstellen vermittelt wird.

Die Samenlieferung muß so frühzeitig erfolgen, daß vor dem Beginn der Saatzeit noch die Anstellung von Keimproben und nach Bedarf der Austausch des nicht die vertragsmäßige Keimfähigkeit besitzenden Samens erfolgen kann.

Die Kulturfläche ist vorzubereiten und einzuteilen, ersteres kann, wenn es die Rücksicht auf die verfügbaren Arbeitskräfte erfordert, oft vorteilhaft zu einer andern Zeit erfolgen als unmittelbar vor der Aussaat.

b) Pflanzung. Hier tritt an die Stelle der Samenbeschaffung die Anzucht des nötigen Pflanzenmateriales. Der Regel nach soll der Revierverwalter die unter normalen Verhältnissen erforderlichen Pflanzen selbst erziehen, in neuerer Zeit werden sie jedoch auch häufig von den großen Forstbaumschulen gekauft.

Außer für Pflanzen ist auch für die Beischaffung des sonstigen Zubehörs für Ausführung der Pflanzung, z. B. Rasenasche, Pflanzerde etc., Vorsorge zu treffen.

Die bei regelmäßigem Pflanzverband erforderliche Einteilung der Kulturfläche hat schon vor Ankunft der Arbeiter zu erfolgen.

Auch hier kann ein Arbeitsteil, nämlich die Vorbereitung der Pflanzenstellen, oft vorteilhaft zeitlich von der Ausführung der Pflanzung getrennt werden.

Im Interesse eines ungestörten Fortganges des Pflanzgeschäftes ist eine zweckmäßige Organisation der Arbeit notwendig; insbesondere ist für eine geregelte Beischaffung des notwendigen Pflanzmateriales Sorge zu tragen und diese bei weiter Entfernung der Pflanzgärten von der Kulturstätte sowie bei trockener Witterung sorgfältig zu überwachen.

Daß bei dem Pflanzgeschäft auf eine geeignete Verwendung auch von Frauen- und Kinderarbeit sowohl wegen der Billigkeit als auch wegen der besseren Arbeitsausführung Rücksicht zu nehmen ist, wurde bereits oben S. 654 angeführt.

c) Sonstige Forstverbesserungen. Als solche sind namentlich Bewässerungs- und Entwässerungsanlagen, sowie Schonungsgräben in Betracht zu ziehen. Diese werden nach Anleitung des Oberförsters vom Schutzpersonal abgesteckt und von den Arbeitern zu einer Zeit, wenn sonstige Beschäftigung mangelt, meist im Akkord ausgeführt.

2. Wegbauarbeiten. a) Neubauten. Die hiezu erforderlichen Vorarbeiten sind sehr verschieden und wechseln nach der Bedeutung des betr. Objektes. Grundsätzlich soll der Ausbau der einzelnen Wegstrecken auf Grund eines alle einschlägigen Verhältnisse berücksichtigenden Wegbauplanes und einer vorausgegangenen Wegnetzlegung erfolgen. Für die Wege höherer Ordnung sind alsdann noch die speziellen Vorarbeiten, Massenberechnungen und Kostenvoranschläge zu fertigen, welche bereits als Belege den betr. Bauanträgen beigegeben werden. Kleinere Neubauten und Wege niederer Ordnung werden meist nur nach der beiläufigen Länge und dem erfahrungsmäßigen Durchschnittskostensatz für die Längeneinheit beantragt und oft erst unmittelbar vor der Ausführung speziell abgesteckt.

Die Ausführung der Wegneubauten erfolgt regelmäßig im Akkord unter sorgfältiger Bauaufsicht zur Vermeidung einer unsoliden und betrügerischen Ausführung. Nur einzelne besonders schwierige Stellen, welche einen sicheren Kosten-

voranschlag nicht zulassen, Kunstbauten und ungewohnte Anlagen werden im Taglohn gefertigt.

b) Wegunterhaltung. Nach der Anfuhr und Zerkleinerung des nötigen Materiales erfolgt die Reparatur und Instandhaltung des Wegkörpers und sonstiger Bauteile.

Wenn auch für den Antrag ein Durchschnittssatz über die Kosten für die Längeneinheit genügt, so wechseln sie im Einzelfalle doch so sehr, daß eine Verakkordierung dieses Arbeitsteiles nicht tunlich erscheint, sondern hier die Taglohnsarbeit mit sorgfältiger Ueberwachung Platz greifen muß.

Die ständige Wegpflege durch Ablassen des in den Geleisen sich ansammelnden Wassers, Offenhalten der Durchlässe etc. wird entweder zuverlässigen Waldarbeitern oder eigenen Forstwegaufsehern übertragen.

§ 98. Die Leitung der Kultur- und Wegbauarbeiten gehört zu den wichtigsten Aufgaben des Revierverwalters; dieser überwacht auch die Arbeits-Ausführung, bestimmt die Taglohnsätze innerhalb der tarifmäßigen Grenzen, nimmt die Akkordarbeiten ab und weist den Lohnverdienst an.

Das Hilfspersonal hat die Arbeiter ständig zu überwachen und soll, soweit es die übrigen Obliegenheiten gestatten, dauernd auf den Arbeitsplätzen anwesend sein. Bei starkem Diebstahl ist daher während der Kulturzeit häufig eine Verstärkung des Forstschutzes notwendig.

Das Betriebspersonal hat auch die verwendeten Materialmengen an Samen, Pflanzen, Steinen etc. zu kontrollieren und die Arbeitsleistung abzumessen, außerdem obliegt ihm die Führung und Aufstellung der Lohnlisten über Taglohns- und Akkordarbeit.

Die Prüfung des Kultur- und Wegbaubetriebes bildet einen wesentlichen Teil der Tätigkeit der Inspektionsbeamten, nicht minder wenden aber auch die Direktionsbeamten bei den Oberinspektionen diesem Gebiete ihre besondere Aufmerksamkeit zu.

Ueber die Ausführung der Arbeiten im Taglohn oder im Akkord sowie über die zulässige Verwendung von schwächeren Arbeitskräften wurde bereits teils bei Besprechung der betr. Geschäfte, teils oben (S. 654 und 655) das Nötige angeführt. Hier ist nur noch zu erwähnen, daß die leichteren, ein geringes Maß von Geschicklichkeit und Kraft erfordernden Arbeiten Gelegenheit bieten, die Forststrafarbeiter sowie die Empfänger von Leseholz- und Gras-Scheinen, wenn solche gegen Ableistung von Waldarbeit abgegeben werden, zu verwenden. Die Leistungen dieser Personen sind aber trotz der notwendigen fortwährenden Ueberwachung und der komplizierten Buchführung sehr unbedeutend und schlecht.

Um dem früher bereits angeführten Grundsatz der häufigen Lohnzahlung Rechnung zu tragen, ist es nicht nur notwendig, die verdienten Taglöhne etwa alle 2—3 Wochen zur Auszahlung anzuweisen, sondern es müssen auch bei den Akkordarbeiten ebenso wie bei der Holzhauerei auf Grund vorläufiger Abmessung der Arbeitsleistung entsprechende Abschlagszahlungen gemacht werden.

§ 99. Betriebsregulierungsarbeiten. Diese haben eine sehr verschiedene Ausdehnung, sowohl je nachdem es sich um die erstmalige Herstellung eines Forsteinrichtungswerkes oder um eine periodische Waldstandsrevision handelt, als auch nach der Größe des betr. Waldkomplexes. Je ungeordneter bisher die Verhältnisse waren, desto umfassender und schwieriger sind die Vorarbeiten, welche sich auf die Ermittlung der Flächengröße, der Eigentumsverhältnisse, Untersuchung der Wachstums-, Wirtschafts- und Absatz-Verhältnisse erstrecken. Doch liegen wenigstens in den deutschen Waldungen nunmehr wohl allenthalben Vermessungswerke

und Aufzeichnungen über die Ergebnisse der Wirtschaft vor, welche hiebei als Anhaltspunkte benützt werden können. Wesentlich einfacher gestaltet sich die Sache bei den Taxationsrevisionen, da hier durch die Bestimmungen der grundlegenden Forsteinrichtung und durch die genau verzeichneten Ergebnisse der bisherigen Bewirtschaftung eine sichere Grundlage für die fernere Tätigkeit gegeben ist.

Der erste Arbeitsteil besteht in jedem Falle in den Vorarbeiten, welche teils im Wald, teils im Bureau zu fertigen sind und sich auf die Vermessung und Waldeinteilung sowie auf den Abschluß der Bücher und die Anfertigung von tabellarischen Zusammenstellungen über die Resultate der bisherigen Bewirtschaftung erstrecken.

Hierauf folgt eine Prüfung der Ergebnisse der bisherigen Wirtschaft und die Festsetzung der allgemeinen Grundzüge, welche fernerhin maßgebend sein sollen. Bei größeren derartigen Arbeiten wird über die betr. Verhandlungen ein besonderes Grundlagenprotokoll (Vorverhandlung) aufgenommen.

Hieran schließen sich die eigentlichen Forsteinrichtungsarbeiten wie Massenaufnahme, Ertragsberechnung, Anfertigung der neuen generellen Betriebspläne, Karten etc.

Das fertiggestellte Operat unterliegt sodann einer rechnerischen und technischen Revision im Bureau und einer örtlichen Prüfung im Walde, worauf dessen Genehmigung erfolgt.

Die geschäftliche Behandlung der gesamten Arbeiten hängt wesentlich von dem Umstand ab, ob eine Forsteinrichtungsanstalt besteht oder nicht.

Im ersten Fall wird wenigstens der überwiegende Teil aller Forsteinrichtungsarbeiten durch die Beamten der Anstalt gefertigt, nur die Herstellung der periodischen Betriebspläne erfolgt durch den Revierverwalter selbst oder wenigstens unter dessen Mitwirkung.

Es ist unbedingt erforderlich, daß der Revierverwalter als der lokalkundigste Wirtschaftsbeamte nicht nur berechtigt ist, jederzeit von dem Stand der Arbeiten Einsicht zu nehmen, sondern daß diese ihm auch bei jedem wichtigen Abschnitt zur Erklärung seines Einverständnisses oder zur Abgabe allenfallsiger Einwendungen vorgelegt werden; ganz besonders gilt dieses bezüglich der Anordnungen für die zukünftige Bewirtschaftung.

Wenn keine Forsteinrichtungsanstalt besteht, so muß der Revierverwalter sämtliche Arbeiten mit Unterstützung seines technischen Hilfspersonales oder der besonderen hiefür beigegebenen Geschäftshilfe ausführen.

Die kalkulatorische und technische Prüfung im Bureau erfolgt bei der Forsteinrichtungsanstalt oder bei den Inspektionsstellen, die örtliche Prüfung im Wald ist Sache der Inspektionsbeamten unter Zuziehung des Wirtschafters sowie des Vorstandes der etwa bestehenden Forsteinrichtungsanstalt.

Die Genehmigung der Betriebsregulierungsarbeiten mit den generellen Betriebsplänen und Wirtschaftsetats erfolgt stets bei der Landesforstbehörde, welche sie, wenigstens bei ausgedehnteren Forsteinrichtungsarbeiten, einer Ueberprüfung an Ort und Stelle unterwirft.

§ 100. Forstschutzgeschäfte.

1. Grenzschutz. Die Aufgabe des Grenzschutzes besteht in der Instandhaltung der äußeren und inneren Eigentumsgrenzen und in der Beseitigung etwaiger Gebrechen an ihnen entweder auf gütlichem Weg unter Zustimmung der Anlieger oder durch Anrufung gerichtlicher Hilfe.

Da der Revierverwalter der verantwortliche Verwalter der ihm überwiesenen

Forstfläche ist, so hat er diesem Geschäfte seine besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden und wird hiebei von dem Inspektionsbeamten überwacht.

Das eigentliche Organ des Grenzschutzes ist der Betriebsbeamte. Dieser hat nicht nur bei seinen gewöhnlichen Dienstgängen die Beseitigung der in seinem Bezirk vorgekommenen Grenzgebrechen und Uebergriffe von seiten der Angrenzer entweder selbst zu veranlassen oder dem Revierverwalter hievon Meldung zu machen, sondern muß auch periodisch, alljährlich mindestens einmal, sämtliche Grenzen und Grenzzeichen revidieren. Solche Grenzbesichtigungen haben regelmäßig auch die Revierverwalter und in einzelnen Staaten (Preußen) sogar die Inspektionsbeamten vorzunehmen, doch erscheint letzteres als eine unnötige und sehr lästige Mehrarbeit.

Auch die wirtschaftlichen Grenzen, die Distrikts- und Abteilungslinien, sind stets kenntlich zu erhalten.

2. Schutz gegen Forstdiebstahl und sonstige Gesetzesverletzungen. Die wirksame Beschützung des Waldeigentums durch Verhütung von Entwendungen und anderen rechtswidrigen Handlungen von seiten der Menschen, sowie durch Entdeckung und Veranlassung der Bestrafung verübter Gesetzesverletzungen ist eine der wesentlichsten, früher häufig sogar die wichtigste Aufgabe des Forstschutzpersonales. Bestimmte Regeln für die Ausübung des Forstschutzes lassen sich nicht aufstellen, da hier alles von den örtlichen und zeitlichen Verhältnissen abhängt. Das Hauptstreben des Schutzbediensteten muß dahin gerichtet sein, durch umsichtige Verteilung seiner Tätigkeit und geschickte Benutzung der verschiedenen Momente in den Frevellustigen die Ueberzeugung hervorzurufen, daß sie nie vor ihm sicher sein können. Die Furcht schützt den Wald.

Der Revierverwalter leitet und kontrolliert die Tätigkeit der Schutzbediensteten, veranlaßt bei besonders starkem Forstdiebstahl ein Zusammenwirken der verschiedenen Schutzbediensteten und erwirkt, wenn die Kräfte seines Personales nicht ausreichen, dessen vorübergehende oder bleibende Verstärkung. Unter Umständen kann es sogar angezeigt sein, daß der Revierverwalter sich persönlich an der Handhabung des Forstschutzes beteiligt.

Die Anzeigen über die entdeckten Forstvergehen werden in Form von Verzeichnissen zusammengestellt und gewöhnlich periodisch, in dringenden Fällen aber sogleich, den kompetenten Organen der Forststrafrechtspflege zur Einleitung der strafrechtlichen Verfolgung übergeben.

3. Schutz gegen Tiere. Als forstschädliche Tiere kommen namentlich die Insekten und Mäuse in Betracht.

Man hat bei Schutzmaßregeln zu unterscheiden: solche, welche regelmäßig anzuwenden sind, weil die betr. Tiergattung wenigstens in geringerer Anzahl fortwährend vorhanden ist, und solche, welche nur bei einem abnorm starken Auftreten derselben ergriffen werden.

Unter allen Umständen haben die vom Revierverwalter entsprechend zu unterrichtenden Hilfsbeamten ihr Augenmerk darauf zu richten, daß das Vorkommen von solchen forstschädlichen Tieren alsbald entdeckt wird. Man hat deshalb namentlich zu jenen Jahreszeiten, in welchen die betr. Tiere aufzutreten pflegen, besonders wachsam zu sein. Bei den Insekten werden die nötigen Vorbeugungsmittel, namentlich das Probesuchen, Fällen von Fangbäumen, Legen von Rindenplatten etc., schon vor Beobachtung des wirklichen Auftretens alljährlich angewendet, um so mehr, da diese zugleich als die besten Beobachtungsmittel über das Vorkommen gewisser Arten dienen und daher die Ueberwachung wesentlich erleichtern.

Entsteht trotz aller Vorsichtsmaßregeln ein Fraßherd von größerer Bedeutung,

dann ist es die Aufgabe des Revierverwalters, sowie je nach Umständen auch der Inspektions- und Direktionsbehörden, die geeigneten Gegenmaßregeln anzuordnen und durchzuführen.

4. Schutz gegen widrige Naturereignisse. Auch hier zerfallen die in Betracht kommenden Maßregeln in solche, welche vorbeugend wirken sollen und solche, welche erst dann ergriffen werden, wenn eine Kalamität eingetreten ist.

Die Vorbeugungsmaßregeln gegen Beschädigungen durch Frost, Hitze, Sturm, Schnee etc. sind, soweit solche überhaupt möglich, Aufgaben des Waldbaues sowie der Betriebsregulierung und gehören ebenso wie die Beseitigung der durch erstere veranlaßten Beschädigungen zu dem Wirkungskreis des Verwaltungsbeamten.

Die Betriebsbeamten haben lediglich über die eingetretenen Kalamitäten zu berichten und nur da selbständig vorzugehen, wo und insoweit Gefahr auf Verzug und sofortige Abhilfe möglich ist.

Die Inspektions- und Direktionsbehörden greifen hier ebenso wie bei den Insektenbeschädigungen dann ein, wenn die betr. Kalamität ungewöhnlich große Ausdehnung hat und sich namentlich über mehrere Verwaltungsbezirke erstreckt. Die Anordnung der alsdann erforderlichen umfassenden Maßregeln für Aufarbeitung des angefallenen Materiales, Verstärkung des Schutz- und Hilfspersonales, Einstellung der Fällungen in den angrenzenden Bezirken ist Sache der höheren Behörden. Diese müssen auch stets von dem Eintreten und dem Umfang solcher Ereignisse von ungewöhnlicher Ausdehnung mit Umgehung des gewöhnlichen Instanzenzuges direkt benachrichtigt werden.

5. Schutz gegen Waldbrände. Die nötigen Vorbeugungsmaßregeln, wie Verbot des Feueranmachens etc. werden vom Revierverwalter angeordnet, während die Schutzbeamten, namentlich bei großer Trockenheit, besondere Aufmerksamkeit auf die Verhütung und Entdeckung von Waldbränden zu richten haben. Unter Umständen kann es sogar erforderlich werden, eigene Feuerwachen aufzustellen.

Die Bekämpfung entstandener Waldbrände ist Sache jedes in der Nähe befindlichen Forstbeamten unter Anwendung aller möglichen Löschmaßregeln und mit Aufbietung aller verfügbaren Arbeitskräfte.

Wenn sich bei der Nachforschung nach der Veranlassung des Brandes Anhaltspunkte dafür ergeben, daß böswillige oder fahrlässige Brandstiftung vorliegt, so ist hiervon sofort die Staatsanwaltschaft in Kenntnis zu setzen, in den übrigen Fällen genügt die Anzeige an die vorgesetzte Behörde.

3. Geschäfte der Buchführung und Rechnungslegung.

§ 101. Die Geschäfte der Buchführung und Rechnungslegung sind dazu bestimmt, einerseits den aktenmäßigen Nachweis über die wirkliche Ausführung der beantragten Betriebsgeschäfte zu liefern und andererseits einen Ueberblick über die im Forstbetrieb tätigen Kapitalien und die hiermit erzielten Erfolge zu gewähren.

Wie in jedem Geschäft so müssen auch in dem Forstbetrieb Aufschreibungen über die verschiedenen in ihm tätigen Kapitalien, sowie über Einnahme und Ausgabe geführt werden und zwar so, daß es möglich ist, zu jeder Zeit und in allen Geschäftsteilen eine vollständige Uebersicht zu haben sowie nach Bedürfnis die Bilanz zu ziehen.

Während in verschiedenen, namentlich in außerdeutschen Privatforstwirtschaften die Form der Buchführung sich möglichst nahe an jene der kaufmännischen doppelten Buchführung anschließt, erfolgt diese in den deutschen Staatsforsten lediglich nach kameralistischen Gesichtspunkten. Die kameralistische Buch-

führung legt das Hauptgewicht auf die schriftliche Darstellung der Tatsachen, auf die Kontrolle, ob das was geschehen soll, auch wirklich geschieht, ob Einnahmen, auf die man ein Recht erlangt, auch wirklich eingehen, ob die Ausgaben, zu denen man verpflichtet ist, auch wirklich erledigt sind und welche Einnahmen- oder Ausgaben-Reste sich am Schlusse des Rechnungsjahres vorfinden, der Barumsatz erscheint als das wichtigste. Die doppelte Buchführung geht davon aus, daß es sich bei der ziffernmäßigen Darstellung eines Vermögens und seiner Veränderungen innerhalb einer bestimmten Periode nicht nur um Ermittlung der tatsächlichen Endergebnisse handelt, sondern um den Nachweis der Entstehung dieser Veränderung und daß man dieses Ziel nur erreicht, wenn man das Vermögen in seine einzelnen Bestandteile zerlegt, die von verschiedenen Personen verwaltet gedacht werden.

§ 102. Die wichtigsten Kapitalien, auf welche sich die Buchführung erstreckt, sind folgende:

1. Bodenkapital Da die Größe der Waldfläche die Grundlage der Forsteinrichtung bildet und Unklarheiten oder Unrichtigkeiten in der Aufschreibung sich beim Ausbruch von Streitigkeiten über das Eigentumsrecht bitter rächen können, so wird die Buchführung über dieses Kapital, dessen Größe auch genau ermittelt werden kann, in Flächenregistern, Flächeninhaltsverzeichnissen, Grenzregistern etc. sehr sorgfältig vorgenommen, und werden alle Aenderungen hieran auf das genaueste vorgemerkt. Letztere sind alsdann alljährlich in besonderen Uebersichten zusammenzustellen, durch deren Abschluß sich jederzeit die jeweilige Flächengröße leicht ermitteln läßt, regelmäßig geschieht dieses bei den Taxationsrevisionen. Eine Berechnung des Bodenwertes findet nur in Sachsen statt und zwar als Erwartungswert mit Benützung der ortsüblichen Kaufpreise. Der einmal festgestellte Bodenwert wird ständig beibehalten.

2. Holzkapital. Ungleich weniger genau als die Größe des Bodenkapitals läßt sich jene der vorhandenen Holzmasse bestimmen. Fast sämtliche Forsteinrichtungsvorschriften verzichten daher überhaupt auf die Massenaufnahme in den jüngeren Beständen und beschränken diese auf jene Abteilungen, welche demnächst zur Verjüngung kommen sollen. Die Massenermittlung findet periodisch gelegentlich der Taxationsrevisionen statt, wobei die Ergebnisse in den Akten und Tabellen der Forsteinrichtungsoperate niedergelegt werden. Nur in den sächsischen Staatsforsten wird bei der Betriebsregulierung und bei jeder Hauptrevision das Holzkapital nach dem Kostenwert sämtlicher Bestände annäherungsweise berechnet, um mit dem aus ihm und dem wie oben angegeben ermittelten Bodenwert das Waldkapital und dessen Verzinsung ermitteln zu können.

3. Dienstwohnungen und Dienstgründe. Ueber beide werden eigene Verzeichnisse geführt und fortwährend auf dem laufenden gehalten.

4. Aktiv- und Passivgerechtsame. Da beide nicht nur die Erträgnisse der Waldungen sowie unter Umständen sogar die Bewirtschaftungsweise ganz wesentlich bestimmen, sondern auch nicht selten die Veranlassung zu langwierigen Prozessen bilden, so muß über sie in den Grundlastenverzeichnissen, Berechtigungskataster etc. sehr sorgfältig Buch geführt werden. Man trägt in diesen nicht nur die Art und Größe der Berechtigung, sowie Name und Wohnstätte des Empfängers oder des Leistungspflichtigen genau vor, sondern bemerkt auch, soweit dieses möglich, den Grund der Entstehung der Berechtigungen, etwaige Liquidationsverhandlungen und inzwischen ergangene richterliche oder Administrativ-Entscheidungen. Alle Veränderungen, welche sich z. B. durch Ablösung, Transferierung etc. ergeben, müssen ebenfalls sorgfältig gebucht werden.

5. Uebersicht über die vorhandenen Arbeitskräfte. Am genauesten und früher auch beinahe ausschließlich, wird eine solche bezüglich der Beamten in den Personallisten, Personalstatus etc. geführt. Bezüglich der Waldarbeiter haben ähnliche Uebersichten bisher da gefehlt, wo diese nicht eine feste Organisation hatten und eine Genossenschaft bildeten, in welche eine förmliche Aufnahme stattfand. Die neuere Gesetzgebung über Arbeiterversicherung macht aber eine genauere Buchführung auch in dieser Richtung notwendig.

6. Ueber die vorhandenen, zum Forstbetrieb notwendigen Mobilien, z. B. Arbeitsgeräte, Bureau-Einrichtung, die Bibliothek etc., soweit diese Gegenstände vom Waldeigentümer gestellt werden, geben die Inventare Aufschluß, welche durch Vormerkung des Zu- und Abganges stets auf dem Laufenden gehalten und alljährlich geprüft werden.

Von diesen sämtlichen Verzeichnissen sind stets mehrere Exemplare vorhanden, gewöhnlich je eines bei jener Stelle, welcher die Verwaltung oder Benutzung des betr. Vermögensteiles überwiesen ist und ein zweites bei der nächst vorgesetzten Behörde. Nur bezüglich der Waldfläche, Dienstwohnungen und Dienstgründe, sowie über sämtliche Beamte werden solche Uebersichten immer, wenn schon meist in etwas anderer Form als bei den übrigen Stellen, auch bei der Direktionsbehörde geführt.

Die im Betrieb tätigen flüssigen Kapitalien (z. B. Vorräte an Samen und Pflanzen, geerntetem aber noch nicht verwertetem Material) sind nicht in besonderem Verzeichnisse zusammengestellt, sondern lassen sich nur aus jenen Aufschreibungen entnehmen, welche über den Forstbetrieb in technischer, materieller und pekuniärer Hinsicht geführt werden.

Am Schlusse des Wirtschaftsjahres findet häufig eine Art Inventur über diese Bestände, namentlich aber eine Nachprüfung der vorhandenen noch unverwerteten Vorräte an eingeschlagenem Holze statt.

§ 103. Um am Jahresschluß die Ausführung der in den speziellen Betriebsplänen beantragten Wirtschaftsoperationen aktenmäßig nachweisen zu können, müssen über die einzelnen vollzogenen Betriebsgeschäfte Vormerkungen gemacht werden. Da aber die Nachweisung über die wirtschaftlichen Manipulationen zugleich eine Darstellung des hiemit erzielten Erfolges erfordert, so ist in der Praxis die technische Buchführung stets mit der materiellen und pekuniären Buchführung verbunden.

Die materielle Buchführung erstreckt sich hauptsächlich auf die Einnahme und Ausgabe an Holz, sowie den übrigen Forstprodukten. Es muß ermöglicht sein, jederzeit zu ersehen, welche und wieviele Forstprodukte im laufenden Wirtschaftsjahr geerntet worden sind, welche davon bereits verwertet wurden und wie groß demnach der augenblickliche Vorrat an unverwertetem Material ist.

Im Interesse der einfacheren Buch- und Rechnungsführung wird darnach gestrebt, die während eines Jahres vereinnahmten Forstprodukte auch noch im gleichen Wirtschaftsjahr oder wenigstens im gleichen Etatsjahr zu verwerten. Soweit dieses nicht möglich war, gehen die unverwertet zurückgebliebenen Bestände als Materialreste auf das folgende Jahr über.

Die Menge der im Forstbetriebe vereinnahmten Gegenstände wird nur dann kontrolliert, wenn sie entweder angekauft wurden oder durch ihre Erzeugung und Gewinnung besonders nachzuweisende Kosten entstanden sind. Es fehlt daher z. B. ein rechnungsmäßiger Nachweis über die in den eigenen Kämpen erzogenen Pflanzenmengen und deren Verwendung. Wohl aber wird verbucht, wieviele Pflanzen, Säme-

reien, Steine etc. für Ausführung der einzelnen Kulturen und Wegbauten notwendig waren.

Wie früher (§ 22) ausgeführt worden ist, hat sich die Forstverwaltung zwar mit der Einnahme und Auszahlung von Geld nicht zu befassen, allein trotzdem ist es erforderlich, daß sie eine genaue Aufschreibung über die durch Verwertung der Forstprodukte erzielten Erlöse, sowie über die durch den Betrieb veranlaßten Ausgaben führt.

Hiedurch wird das Material für eine Bemessung des Wirtschaftseffektes gewonnen, und zugleich sowohl die Grundlage für die von den Kassen zu betätigende Gelderhebung geschaffen, als auch die Einhaltung der verfügbaren Kredite kontrolliert.

Die Buchführung in pekuniärer Beziehung bezieht sich demnach auf a) die Soll-Geldeinnahmen für die verwerteten Forstprodukte und b) die Kosten des Betriebes (Ist-Ausgabe).

Die Vormerkung über die Solleinnahme erfolgt in den Verkaufslisten und in den Registern über die Materialausgabe, erstere gehen an die Kasse zur Vereinnahmung der in ihnen enthaltenen Beträge, letztere dienen hauptsächlich zu wirtschaftlichen Zwecken.

Mit Rücksicht auf das oben bereits erwähnte Ziel der Erhebung des Wirtschaftserfolges ist es notwendig, daß auch für jenes Material, welches nicht zu dem Marktpreis verwertet werden kann, sondern unentgeltlich oder nur gegen eine kleine Entschädigung an Berechtigte abgegeben wird, im Forsthaushalt selbst zur Verwendung gelangt etc., eine Berechnung des wirklichen Geldwertes angestellt wird, wobei gewöhnlich die Forsttaxe als Anhalt dient. Hiedurch entsteht auch, abgesehen von den Ausfällen bei der Erhebung, eine Differenz zwischen der Geldeinnahme und dem wirklichen Ertrag, welche bisweilen, namentlich bei stark mit Berechtigung belasteten Waldungen, sehr erheblich sein kann.

Die Grundlagen für die Aufschreibung über die Ausgaben werden gebildet durch die Taglohnlisten, Lohnlisten über Akkordverdienst und die Holzhauerlohnberechnungen sowie die Rechnungen über Lieferungen. Alle vom Revierverwalter auf Grund dieser Listen gemachten Anweisungen werden in ein übersichtliches, nach den Titeln des Rechnungsschemas angelegtes Tagebuch eingetragen, welches ersehen läßt, wieweit die einzelnen Kreditspositionen jeweils bereits in Anspruch genommen sind.

Da die Buchführung über die flüssigen Betriebskapitalien mit dem Fortgang der Wirtschaft unmittelbar zusammenhängt, so ist sie fast ausschließlich Sache des Revierverwalters. Die Direktions- und Inspektionsstellen merken nur die von ihnen den untergebenen Behörden eingeräumten Kredite vor, da auch sie für die Erhaltung der ihnen zur Verfügung gestellten Mittel verantwortlich und an die Positionen des Budgets gebunden sind.

§ 104. Rechnungslegung. Am Schluß jeden Wirtschaftsjahres werden die auf den jährlichen Betrieb sich beziehenden Bücher und Listen abgeschlossen und ihre Endergebnisse mit den dazu gehörigen Nachweisungen und Erlösen zu den Abrechnungen über die einzelnen Teile der Verwaltung zusammengestellt.

Anschließend an die Buchführung erfolgt auch die Rechnungslegung in technischer, materieller und pekuniärer Richtung.

In manchen Staaten (Baden, Bayern, Hessen) werden über den Vollzug der gestellten Betriebsanträge besondere Nachweisungen vorgelegt, welche sich in der Form eng an jene der Anträge anschließen, in anderen Staaten (z. B. Preußen) ist die Rechnungslegung in technischer Hinsicht mit der Materialrechnung verbunden.

Den Forstverwaltungsstellen obliegt hauptsächlich die Legung der Natural-

(Material-)Rechnung, sowie der Nachweis über die Verwendung der Kredite; Abweichungen, welche sich bei der Ausführung gegenüber den Positionen der Anträge ergeben, sind entsprechend zu erläutern und zu rechtfertigen.

Um jedoch eine Berechnung des zahlenmäßigen Effektes der Forstwirtschaft und eine Kontrolle der Kassenverwaltung zu ermöglichen, wird mit der Natural-Rechnung auch eine bald mehr bald minder eingehende Berechnung der Geld-Einnahmen und -Ausgaben verbunden.

Diese muß mit den vom Kassenbeamten zu stellenden Rechnungen nach den Ziffern der Soll-Geld-Einnahmen und wirklichen Geld-Ausgaben für die sachlichen Ausgaben übereinstimmen.

Die Trennung der Natural- und Geldrechnung bleibt auch in der Mittel- und der Zentralinstanz fortbestehen. Diese prüfen die Uebereinstimmung zwischen beiden, fertigen Zusammenstellungen hieraus für den ganzen Verwaltungsbezirk, bezw. für das ganze Land, welche für Verwaltungszwecke und namentlich bei Aufstellung der Etats benutzt werden.

§ 105. Die durch Buchführung und Rechnungslegung erhobenen Ergebnisse der bisherigen Wirtschaft dienen auch noch zu dem wichtigen Zweck, die durch die Forsteinrichtung festgelegten Grundsätze zu erproben und Anhaltspunkte zu deren Weiterentwicklung zu liefern.

Zu diesem Behuf werden besondere Vormerkungen in den sog. Haupt- oder Wirtschaftsbüchern geführt, welche sich jedoch meist nur auf das Materialergebnis der Hauptnutzungen erstrecken, während Nebennutzungen, Betriebskosten und Erlöse gewöhnlich hierbei nicht berücksichtigt werden.

Es ist indessen dringend zu wünschen, daß auch die Betriebskosten und Erlöse, allerdings nur in einfacher, den Wirtschaftsbeamten nicht zu sehr belastender Weise verbucht werden möchten, um hiedurch genügende Anhaltspunkte für eine gedeihliche Weiterentwicklung der Statik und Statistik zu gewinnen.

Außer den nackten Zahlen sind aber vom wirtschaftlichen Standpunkt aus auch noch Notizen über die Ursachen der verschiedenen Wirtschaftsoperationen, Erklärung für einzelne, besonders auffallende Erscheinungen, Angaben über den Eintritt der Samenjahre etc. erwünscht und sollte deshalb überall mit dem Wirtschaftsbuch eine kurze Revierchronik (Preußen: Taxations-Notizenbuch) verbunden werden. Aus dieser kann man alsdann in der Zukunft ebenso interessante als lehrreiche Nachrichten entnehmen und oft wichtige Folgerungen für die künftige Wirtschaft ableiten. Dem weiteren Ausbau dieser wirtschaftlich sehr interessanten Aufzeichnungen zu Bestandeslagerbüchern wird in neuester Zeit besondere Aufmerksamkeit zugewendet.

Sachregister zu Abschnitt X bis XV.

Die Zahlen bezeichnen die Seiten.